

**ABSTRACTS**

**V**

**National Congress  
of  
Ecological Society  
of China**



**November 7-11  
1995  
Zhuhai, China**

**China's Ecology  
Towards  
21st Century**

**Ecological  
Society of China  
1995**

# 走向 21 世纪的 中国生态学

中国生态学会第五届全国会员代表大会  
——暨学术讨论会论文集——

中 国 生 态 学 会

870 177

177

177

177

177

177

177

177

177

177

177



58.18  
144

前言

# 走向 21 世纪的中国生态学

中国生态学会第五届全国会员代表大会  
——暨学术讨论会论文集——

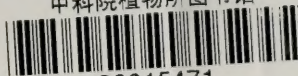


中国生态学会

1995 年 11 月 · 珠海

27409

中科院植物所图书馆



S0015471

## 内 容 提 要

本文集汇编了中国生态学会第五届全国会员代表大会暨学术讨论会的部分论文及摘要共 424 篇。内容涉及生态学基础理论、全球变化、生物多样性、可持续发展、农业生态、生态工程、城镇及人口密集区生态建设等各个领域的最新进展和学科动向。展示了我国生态学工作者在走向 21 世纪的进程中,在生态学理论、方法及应用方面做出的成绩与贡献。本文集对从事生态学研究、教学及管理的工作人员,高等院校师生有重要参考价值。

责任编辑:薛元立 巩玉华

封面设计:牛 汀



## 前 言

时代在前进,生态学在发展。中国生态学会自从在创始人马世骏教授的领导下于1979年成立以来,已经经历了16个春秋。16年来,中国生态学会的机构从无到有、组织从小到大、分支学科从少到多。时至今日,已经发展成为一个拥有5000多名会员,在国内外学术界具有重要影响,在国家生产建设和环境保护工作中发挥应有作用,为政府和科技界广泛关注的一级学术团体。

再过5年,即将进入21世纪。在此新旧交替的历史转折时期,中国生态学会召开第五届全国会员代表大会暨学术讨论会更具有不同凡响的意义。也许正是由于这个原因,本届大会收到的应征论文比往届大会都多,高达600余篇。组委会选用了其中414篇论文摘要和大会特约的10篇专题学术论文,汇编成《走向21世纪的中国生态学》这本文集,奉献给本届大会和工作在全国各地生态学科研、教学和管理岗位上的广大会员。

本文集一至六专题的论文评审工作,分别由李典谟教授、张新时教授、陈昌笃教授、李文华教授、孙鸿良教授、王如松教授组织完成。对于他们的辛勤劳动和无私奉献,在此表示深切的谢意。

这里,还要特别感谢大会组委会学术组王祖望教授、沈佐锐教授在论文征集、分类、编辑、出版等方面的领导、指导和薛元立、巩玉华同志为此所做的组织协调工作及大量具体事务。感谢刘炳谦、陈玉平、李晓燕同志在文集校对中给予的积极协助。没有他们的共同努力,本文集是不能在会前与读者见面的。

另外,由于篇幅所限,有200多篇应征论文没有收入其中;对有些入选论文的图表也作了删节,在此特表歉意并请作者原谅。

这次大会在珠海召开,得到广东省和珠海市各级领导的大力支持以及华南农业大学、广东省生态学会的热情帮助。出席大会的代表除来自全国各地的生态学工作者以外,还有来自海外和港、澳、台的华生态学家。本届大会是一次继往开来、承前启后的生态学盛会。会上,代表们将围绕我国生态学的发展回顾过去,总结经验,砥砺研讨,开拓未来。这本文集在一定程度上正反映了这种精神,记载了我国生态学工作者为推动学科发展所做的贡献。

最后,让我以一幅简单的对联作为本前言的结束:

珠海会群英,检点败成思往昔;

九州论扶济,恢闳事业策来兹。

陈昌笃

1995年10月





## 目 录

发展具有中国特色的生态学,迎接 21 世纪的到来 .....	陈昌笃(1)
生态学研究中的若干新理论和新方法 .....	李典谟 郭中伟 周立阳(8)
青藏高原生物群区对全球变化响应的模拟 .....	张新时 杨莫安 周广胜等(15)
中国东部地区五百年来植被演变与气候变迁 .....	宋永昌(27)
我国生物资源现状及持续利用对策 .....	王祖望 蒋志刚(35)
持续发展对科学技术的要求及生态学面临的挑战 .....	李文华(38)
我国农业科技发展现状与生态农业发展趋势 .....	孙鸿良(44)
生态整合:城镇及人类活动密集区可持续发展的系统方法 .....	王如松(53)
面向 21 世纪的西方生态学 .....	董 全 李晓军(63)
努力建设一个具有无限发展空间的现代化花园式海滨城市的经济特区 .....	梁广大(71)

## 一、生态学基础理论及新观点、新方法、新技术

### (一) 生态学基础

木本植物落叶前后重金属元素内外循环规律研究 .....	余国营 王 新 吴燕玉(81)
南沙群岛珊瑚礁生态系沉积物	
——海水界面间营养物质(N,P,Si) 扩散转移通量研究 .....	宋金明 李鹏程(82)
植物种群合理密度理论及应用研究 .....	吴增志 杨瑞国(83)
星星草在松嫩盐碱草地植被恢复中的作用 .....	阎秀峰(84)
土—根界面养分运移规律的研究 .....	徐明岗 张一平 张君常(85)
土壤因子对次生森林群落变化的影响 .....	安树青 张立新(86)
金腰燕( <i>Hirundo daurica japonica</i> ) 营巢习性、季节活动与生态因子的关系 .....	朱 曦 李秋文 陈洪明(87)
海洋细菌在台湾海峡海域初级生产力调控中的作用研究 .....	郑天凌 默哈默德 洪华生等(88)
深圳湾福田潮间带泥滩大型底栖动物群落生态特点 .....	蔡立哲 周时强 林 鹏(88)
青海高寒草甸蘑菇圈产生菌生态定位研究 .....	吴人坚 谭惠慈 朱世志等(89)
星星草耐盐碱生理机制的初步研究 .....	孙国荣 阎秀峰 李景信(90)
三种草本植物种群生殖配置的比较研究 .....	苏智先 钟章成(91)
自然条件下植物叶片二氧化碳同化率昼夜变化的生理生态特性 .....	赵 平 余作岳 曾小平(93)
青冈常绿阔叶林养分循环中降水的作用 .....	于明坚 陈启常 李铭红(94)
喀斯特森林树种水分生态研究 .....	朱守谦 何纪星 韦小丽(95)
小麦与白茅化学生态研究 .....	李善林 由振国 李孙荣(96)



螫螟菊的化学他感作用及其成分研究 .....	曾任森 骆世明 林象联(97)
柠檬桉的他感作用研究 .....	曹潘荣 骆世明(98)
胜红蓼( <i>Ageratum conyzoides</i> L)地上部生化他感作用物的分离与鉴定 .....	韦 琦 曾任森 孔垂华等(99)
木麻黄小枝的生化他感作用及其有效成份的分离与鉴定 .....	邓兰桂 孔垂华 骆世明(100)
粤桂琼蚋科昆虫的初步调查 .....	安继尧 郝宝善 龙芝美等(101)
利它素对寄生蜂搜寻寄主行为的影响 .....	段 敏 古德祥(103)
油蒿挥发油成分及化感作用研究 .....	于凤兰 马茂华 孔令韶(104)
水生生态系统中的微生物酶研究动态 .....	李勤生 李 虹(105)
白纹伊蚊生殖营养节律与刺叮活动的研究 .....	李蓓思(106)
法瑞学派植物社会学方法在黄山松林植被研究中的应用 .....	魏宏图 邓懋彬(107)
大籽蒿提取物对羊草繁殖器官萌发的影响 .....	朴顺姬 征 荣 杨 持(108)
海南岛五指山与台湾岛南仁山森林比较研究 .....	胡玉佳(109)
烟蚜的寄主专化性研究 .....	古德就 陈文胜 张维球(110)
小菜蛾产卵特性研究 .....	吴伟坚 俞国泉 吴健雄等(111)
冬虫夏草的寄主昆虫—虫草蝠蛾 .....	刘礼平 龙紫新 周昌清(112)
云南产鸭跖草科植物中的 $\beta$ -蜕皮激素及其化学生态学意义 .....	王锦亮 阮德春 程治英等(112)
化学生态学与二十一世纪的中国农业 .....	孟宪佐(113)
油蒿( <i>Artemisia ordosica</i> )茎叶的水及有机溶剂浸提液对几种 植物种子的化感作用初探 .....	马茂华 于凤兰 孔令韶(114)
松辽平原耕地黑土微生物生态学特性 .....	任守让 赵贵彬 王瑞霞(115)
海南岛甘什岭自然保护区无翼坡垒林 .....	梁淑群 杨小波(116)
炼山后杉木人工林生态系统动态研究 .....	林开敏 俞新妥 何智英等(118)
棉蚜体色变化的生态遗传及分子生态学证据 .....	赵惠燕 张改生 袁 锋(119)
网捕技术在鸟类群落生态学研究中的应用 .....	房继明 赵欣如 宋 杰等(120)
稀土对生物和生态环境的影响 .....	邓艳东(121)
生态结构与结构生态学 .....	况荣平 黄京飞 钟 宁(122)
遥感生态及其展望 .....	池宏康(123)
河西走廊黑河流域的景观结构特征与景观类型图的编制 .....	吴 波(124)
生态界面与界面生态学 .....	由文辉(125)
种间信息化合物与害虫管理 .....	张文庆 张古忍(126)
关于种群能量学的思考 .....	叶 辉(127)
论生态系统中的关键种 .....	孙 刚 盛连喜(128)
凤眼莲( <i>Eichhornia crassipes</i> )根分泌物氨基酸、 有机酸组分对其根际肠杆菌属细菌( <i>Enterobacter</i> sp. F <sub>2</sub> )的影响 .....	赵大君 郑师章(130)
关于生命能量系统中几个基本论点哲学思考 .....	黄 桦(131)



等位酶(Allozyme)在分子生态学中的应用 .....	颜廷芬 周福军(132)
分子生物学技术在植物生理生态学中的应用 .....	王玉杰(133)
对美洲斑潜蝇进行风险评估 .....	

1. 美洲斑潜蝇在中国的适生性分析 .....	徐 岩 梁忆冰 姜少之等(134)
温室白粉虱取食喜好性与植物叶表蜡层化学组成的关系研究 .....	盖 宇 徐汝梅(135)
有性生殖的进化生态学 .....	陈晓峰(136)
试论生态学的发展趋势 .....	王 权(137)

## (二) 理论生态学

GIS 支持下的流域森林水文生态经济效益评价 .....	王 兵 刘世荣(139)
地理信息系统在我国红树林资源管理中的应用 .....	韩博平(140)
羊草根系场的场特征研究 .....	王德利 祝 玲(141)
寄生蜂行为生态学研究——赤眼蜂的识别行为与生殖策略 .....	郭明昉(142)
森林光生态场研究 .....	李树人 赵 勇(144)
生态系统中的信息流动 .....	何章起(145)
$^{147}\text{Pm}$ 在模拟陆地水生生态系统中的动力学规律 .....	商照荣(146)
南亚热带森林土壤生态系统的能量贮存动态 .....	廖崇惠 蚁伟民 姚文华(147)
直翅目昆虫 <i>Orthoptera</i> 群落的时间生态位 .....	

最优分割法的应用 .....	刘大胜 林育真 华 凡等(148)
放射性铯在生态环境中迁移模型 .....	王寿祥 陈传群 钟伟良等(149)
高寒草甸根田鼠适应环境的生理生态对策 .....	王德华 孙儒泳 王祖望(150)
海洋赤潮发生的营养动力学模型 .....	王寿松(151)
生物种群数量动态的时空回归预测方法及其应用研究 .....	周国法 李天生 徐汝梅(152)
板齿鼠种群中长期预测的时间序列模型 .....	何 森 林继球 翁文英(153)
昆虫胁迫下植物生理应激反应的复杂性研究 .....	王海波 钱 吉(154)
生物种群暴发理论研究的现状 .....	王振堂 孙 刚(155)
植物群落内的冗余结构与稳定性 .....	党承林(157)
自然生态系统评价研究及其应用 .....	杨树华(158)
天敌对朱砂叶螨跟随效应的灰色关联分析 .....	吴千红 经佐琴 杨国平等(159)
二化螟越冬幼虫空间分布图式的地理统计学分析 .....	胡慧建 黄寿山(160)
白背飞虱种群系统控制模拟研究 .....	黄寿山 陶方玲 梁广文等(161)
桔全爪螨与天敌多种群共存系统中被捕食量模型 .....	田明义 庞雄飞(162)
湿地松粉蚧( <i>Oracella acuta</i> )自然种群变动规律 .....	

及与环境因子关系的研究 .....	周昌清 刘礼平 陈海东(162)
野生大豆( <i>Glycine soja</i> )自然种群种子库中种子的休眠与萌发 .....	

及其生化遗传结构动态的初步研究 .....	李 军 卢 刚 钱 波等(163)
植物气孔阻力的再计算及误差分析 .....	董学军(164)
四川大头茶不同地理种群变异的研究 .....	柯文山 钟章成(165)
种群生态数学建模优化标准的探讨与时序建模方法的研究 .....	张庆国(166)



羊草的分形生长过程及模拟·····	马克明(167)
茄子在朱砂叶螨胁迫下的应激反应及模式初探·····	钱吉 王海波 吴千红等(168)
温室白粉虱动态转移模型·····	蒋南青 徐汝梅(169)
景观多样性分析和测度指标·····	傅伯杰 陈利顶(171)
进化稳定对策(ESS)理论研究进展·····	刘季科 苏建平 张堰铭(172)
生态信息系统(EIS)的结构、功能及其在生态学研究中的应用·····	刘春迎 杨莫安(174)
植物种群的防御分配及其适应对策·····	钟章成(174)
地统计学及其在资源与生态环境中的应用·····	董元华(175)
植物生态适宜性评价模型的设计与应用·····	张晓玲 徐保根 樊兰瑛(176)
河口和狭长海湾的垂直二维营养盐模拟·····	董礼先 张经 许卫忆(178)
“人口—资源—环境”宏观系统运行机理的探讨·····	张锁春 张慧生 张石峰(179)
广西森林与生态环境平衡·····	邓世宗(180)
生态学范式变迁综论·····	郭建国(181)
不同恢复措施下退化羊草草原恢复演替的研究·····	宝音陶格涛(182)
广西英罗湾海漆种群空间分布格局的研究·····	梁士楚(183)
呼吸代谢的能效及其与生态环境的关系·····	冯玉龙 王文章 金钟跃等(184)
五台山亚高山草甸小格局分析·····	张金屯 米湘成 张峰等(185)
微、中型生态系统中几种鱼类下行影响的实验研究·····	阮景荣(186)
湿地松粉蚧自然种群生命表的组建与分析·····	汤才 庞雄飞(187)
新疆呼图壁绿洲外缘荒漠草地优势植物元素含量特征及数量分析 ·····	孔令韶 马茂华(188)
春季烟蚜有翅蚜迁入的空间分布及迁入量估计·····	王朝阳 陶方玲 古德就等(189)
温度对孟氏隐唇瓢虫生长发育的影响·····	任顺祥 韩沧海 卢继开(190)
两种蜘蛛节瓜蓟马的捕食作用·····	曾玲 梁广文(190)
超球面模型用于草场演替趋势分析 ——MDSM 与插值法的比较·····	白图格吉扎布 郝敦元 Bob Brozka(191)
生态交界系统的相变理论及其应用·····	李百炼(192)
沉水植物群落昼夜光补偿点的实验研究·····	乔建荣 周红 任久长 蔡晓明(192)
干旱区生态系统演替与耗散结构理论·····	严以綏 肖焰恒 高继宏(193)
维议宇宙的生物统一性——广义生物生态学原理探索·····	陆玲(195)

## 二、全球变化对生态系统的影响

全球变化对东北植被生态系统的影响及对策·····	徐文铎 邹春静 卜军(199)
全球气候变化对我国兴安落叶松地理分布影响的研究·····	郭泉水 徐德应 阎洪(200)
气候变化对生态系统的影响·····	刘雨芳(202)
全球气候变暖对稻纵卷叶螟的潜在影响·····	张润杰 K. L. Heong I. T. Domingo(203)
气候变化对鼠类繁殖生态影响的观察·····	祝龙彪(204)
苏南丘陵地区森林碳平衡规律研究·····	薛建辉 阮宏华(205)



未来气候变化与直径生长预测·····	夏冰 贺善安 邓飞等(206)
全球变化的中国气候—植被关系研究·····	周广胜 张新时(207)
中国植被气候关系模式识别研究·····	李迪强 孙成永 张新时(208)
河北小五台山表土花粉与现代植被的定量关系研究·····	于澎湃 刘鸿雁 崔海亭等(209)
青藏高原植被垂直带对全球变化的响应·····	张捷 刘春迎 张新时(210)
植物个体对全球气候变化响应模式的初步研究·····	喻梅(211)
中国东北样带对全球变化响应的空间仿真·····	高琼(212)
温室效应与山西林业发展对策·····	刘春辉 马军(213)
全球变暖对生态系统的影响及对策·····	高本莲(214)
样带研究进展·····	王权 李迪强 张新时(215)
青藏高原生物群区对全球变化响应的模拟·····	张新时 杨莫安 周广胜等(216)
中国常绿阔叶林壳斗科优势种及常见种的 HOLDRIDGE 指标分析·····	倪健(217)
CO <sub>2</sub> 倍增下植物生态生理模型的研究·····	项斌 林舜华 高雷明(218)
湿地生态系在全球变化中的反熵作用与响应研究·····	季中淳(219)
植物的资源分配和生殖过程及种群动态对全球变化的反应 及其对预报未来植被格局的重要性·····	董鸣(220)
云杉( <i>Sitka spruce</i> )幼树对大气 CO <sub>2</sub> 浓度增加和氮素供给的长期反应 ——生长、生物量分配和生理生态·····	刘世荣(221)
酸雨对生态环境的影响·····	蔡昆争 骆世明(222)
裂叶沙参种群濒危机制分析·····	祖元刚 张文辉 吴双秀(223)
海南岛尖峰岭热带森林的 C 素库及人类活动的影响·····	吴仲民(224)
潜在气候变化下中国陆地生态系统净初级生产力的变化: 应用生物地球化学模型和生物地理模型相结合的预测·····	潘愉德(225)
基于 AVHRR 的全球植被季节性变化空间格局分析·····	齐晔(226)
洪湖水生植被的历史变迁及演替原因探讨·····	李伟 程玉 黄德世等(228)
镉污染引起轮藻、金鱼藻、红线草的细胞病理学观察·····	赵铁明 王模善 任久长(229)
黑龙江省森林生态系统恢复与重建的试验·····	聂绍荃 杨国亭 石福臣等(230)
五里湖富营养化过程中生物及生态环境的演变·····	李文朝 杨清心 连光华(230)
遥感环境综合技术系统在草地资源动态监测与管理中的应用研究 ——以新疆阜康县为例·····	李建龙(231)
生物灾害可能与厄尔尼诺现象有关·····	张知彬(232)
北极地区的环境状况及其纬向变化·····	方精云(233)
我国酸雨及其防治对策·····	毕世杰(234)
冻土退化对生态环境的影响·····	周幼吾(235)
模拟酸雨处理与四种植物叶、花及产量关系的初步研究·····	周忠泽 许仁鑫(236)
南极菲尔德斯半岛陆地、淡水、潮间带及浅海各生态系统之间 相互作用的模型研究·····	沈静 徐汝梅 吴宝铃等(237)
用蚕豆根尖微核技术监测工业废水致突变性的研究·····	粟多寿 潘立勇 刘铁民(238)
热带森林破坏及山地农业对环境的影响·····	许炼烽 朱伍坤(240)

广州地区重金属和酸雨对农业生态环境的影响及防治

.....	吴启堂 陈 卢 王家臣等(241)
二氧化硫对作物的生物化学影响.....	李瑞智(242)

三、中国生物多样性的保护与持续利用

人为活动干扰下草原物种多样性变化的生态过程.....	杨 持 宝音陶格涛(245)
广西森林野生动植物物种多样性保护与持续利用对策.....	温远光(246)
保护畜禽品种多样性是畜牧业稳定持续发展的保证.....	沈长江(247)
论我国昆虫多样性的保护与利用.....	尤民生(248)
长白松林生物多样性的保护与持续利用.....	邹春静 徐文铎 杨一平(249)
西双版纳基诺族村寨林地及农作区鸟类多样性研究.....	王直军(251)
保护土壤生物多样性.....	章家恩 徐 琪(252)
天目山森林生物多样性的生态学特征及其保持.....	周重光(253)
关于水生维管束植物生物多样性保护.....	叶居新 洪瑞川 何池全(254)
矿山采石对植物群落多样性的影响及其采后的恢复对策 .....	上官铁梁 郑凤英 许 念(255)
农药对生物多样性的影响.....	吴 亚 金翠霞 卞咏梅(256)
化学杀虫剂对昆虫多样性的影响.....	毛润乾 张润杰 古德祥(257)
全球变暖对生物多样性的潜在影响.....	余道坚(258)
天然药物资源与生物多样性.....	张恒超(259)
植被的多样性与害虫发生的关系.....	朱利斌(260)
东北北部生物多样性的保护与利用.....	佟希达(261)
害虫生物防治与生物多样性.....	陶 滔(262)
遥感信息系统在生物多样性研究中的应用综述.....	刘湘南(264)
南极长城站地区植物群落类型及其物种多样性.....	胡舜士(265)
华东地区青冈种群遗传多样性的研究.....	陈小勇 宋永昌(266)
海南岛热带森林及植物多样性的特点与保护意义.....	李意德(267)
雾灵山自然保护区的生物多样性及其保护.....	王德艺 李东义 蔡万坡(269)
深圳福田红树林鸟类自然保护区陆鸟生物多样性保护.....	陈桂珠 王勇军 黄乔兰(270)
洪河自然保护区生物多样性的现状与对策.....	倪红伟(271)
鄂尔多斯高原生物多样性的初步研究.....	陈旭东 陈仲新 董学军等(272)
祁连山(北坡)森林生物多样性分析.....	王金叶 车克钧(273)
神农架山地森林生物多样性的特点、保护与发展 .....	陈炳浩 杨大三(274)
论我国沙漠地区资源植物多样性的保护与持续利用.....	刘家琼 丘明新(276)
黑龙江省东部林区森林生物多样性的初步研究.....	张万里(277)
藏东南高山峡谷生物多样性的特征与保护.....	徐凤翔(278)
草海大型水生植物生物多样性恢复研究.....	孙亦彤 任久长 蔡晓明(279)
香港石彭洲植被及其生物多样性.....	陈定如 庄雪影 黎振昌(280)



秦岭生物多样性的研究·····	徐照辉 潘文石(281)
青海湖湿地环境特征及其保护与合理利用 ·····	陈桂琛 彭 敏 李来兴等(282)
西北干旱区主要濒危动植物现状及其 21 世纪保护措施展望 ·····	袁国映 王 琳 卓丽菲娅(283)
庞泉沟四种柳莺营巢生态位的比较研究·····	杨向明(284)
野双峰驼分布区植物类型及生态分布研究·····	李红旭 张 莉(285)
深圳福田红树林鸟类自然保护区水禽生态环境的建设·····	王勇军 黄乔兰 陈桂珠(287)
高山红景天生殖生态学研究·····	唐 艳(289)
花尾榛鸡生殖扩散研究·····	孙悦华 方 昀(290)
庞泉沟自然保护区不同林型中繁殖鸟类群落结构的研究 ·····	任建强 李世广 郝学平等(291)
台湾植被的分类及分区方案·····	徐国士 宋永昌(292)
中国红树林环境生态及经济利用·····	林 鹏(294)
中国种子植物特有属的多样性·····	王荷生(295)
中国湿地植物区系研究·····	赵魁义(296)
深圳福田红树林对重金属的吸收和累积·····	郑文教 林 鹏(297)
荒漠地区绿洲边缘生态过渡带研究·····	吴热风 陈昌笃(298)
天童国家森林公园常绿阔叶林的研究·····	吴开亚 宋永昌(299)
枯枝落叶的再分布对不同纬度之河岸植物多样性的影响 ·····	熊韶峻 克里斯特·尼尔森(300)
卧龙自然保护区生物多样性空间特征研究·····	谭迎春 欧阳志云(301)
地理信息系统在野生生物生境评价中的应用研究 · 卧龙自然保护区大熊猫生境评价·····	欧阳志云 张和民 谭迎春等(303)
鄂尔多斯高原沙地植被 · 油蒿( <i>Artemisia ordosica</i> )群落的水分关系 ·····	杨 劼 李 博(304)
农田生态系统中的生物多样性问题·····	郭中伟 李典谟(305)
冰德坝上坝下主要森林群落的高等植物多样性·····	罗菊春 路端正(306)
暖温带宝天曼自然保护区森林生态系统多样性与持续利用研究 ·····	刘玉苹 吴明作 王正用(308)
北京小龙门森林鸟类群落结构及物种多样性研究 ·····	李世纯 刘喜悦 王 丽 孙 忻(309)
井冈山生物多样性特点及其保护·····	刘仁林(310)

#### 四、可持续发展的生态学方法与 21 世纪议程

湿地生态系统在持续发展中的作用·····	徐 琪(315)
谈湖北三峡地段生态林业建设问题·····	宋醒汉(316)
梭梭林在荒漠生态系统中的生态效益分析·····	徐德炎(317)
长江中上游防护林带涪陵段生态系统效益评价·····	刘子岳 舒振华(318)

油松水土保持林水文效应评价·····	韩冰 吴钦孝 汪有科等(319)
内蒙古典型草原天然割草地持续利用的探讨·····	仲延凯 包青海 孙维(320)
种植香根草在土壤改良和水土保持中的作用·····	夏汉平 敖惠修 刘世忠等(321)
盐渍化生态环境与土地持续利用·····	李志杰 谢承陶 田昌玉(322)
不同林地清理方式对杉木人工林生态系统的影响·····	马祥庆 何智英 俞新妥(323)
水热环境对广东小良退化生态系统恢复的限制作用·····	周国逸 彭少麟 余作岳(324)
森林景观小气候模型的建立与应用·····	肖文发 徐德应(325)
大米草( <i>Spartina anglica</i> )对土壤某些理化因子的改良作用·····	赵清良 赵强(326)
牦牛不同放牧强度对草地植被组成与产量效应研究·····	王晋峰 赵益新 陈友慷等(328)
土地生态系统分类和生态经济评价·····	陈利顶 傅伯杰(329)
上海浦东新区持续发展的生态规划研究·····	王祥荣(330)
鄱阳湖草洲资源保护和利用·····	刘建业(330)
我国火干扰研究现状及 21 世纪展望·····	邱扬(331)
安徽省巢湖日益严重的生态环境问题及其保护对策·····	钱啸虎(333)
水资源保护与水产养殖的持续发展·····	李勤生 王业勤(334)
海南岛热带林分类经营永续利用示范的研究·····	曾庆波(335)
川西鱼池水体生态系统的开发与利用研究·····	李洪全(336)
菌根菌接种对甘蔗抗旱生长的影响·····	王元贞 张木清 柯玉琴等(337)
西双版纳勐养自然保护区的砂仁生产及保护区建设·····	王宝荣(338)
深圳红树林生态造林方法技术研究·····	刘志平(339)
三尖杉属植物资源的开发利用·····	周秀佳 胡之璧 黄炼栋等(340)
荒漠—绿洲的对立统一观与荒漠生态系统的持续发展·····	黄培祐(341)
黑潮暖流对北半球红树林分布格局的影响·····	卢昌义(342)
黄土高原半干旱区天然降水资源化技术途径及效益分析 ·····	王静 赵松岭 李耀辉等(343)
非化学杀虫剂防治小菜蛾的可行性分析·····	庞雄飞(344)
持续发展与新三高农业·····	梁广文(345)
楝科植物杀虫剂对中华稻蝗生物活性研究·····	崔志新(345)
广东北江上游森林植被退化对生态环境的影响·····	敖惠修 何道泉 刘世忠等(346)
湖北保安湖鱼—草关系数学模型初报·····	梁彦龄 蔡庆华 黎道丰(347)
保安湖营养状态评价模型·····	蔡庆华(349)
我国大陆蝴蝶资源的保护利用·····	朱鹏飞 刘宗波(350)
森林资源持续发展经营的基本理论·····	杨礼旦(351)
封山育林后东北天然次生林动态分析·····	何卫国(353)
试论我国生态农业建设及其发展对策·····	包晓斌(354)
鄱阳湖保护区鸟类资源及保护对策·····	刘运珍(355)
霍林河大型露天煤矿环境综合整治与生态恢复·····	李培军 孙铁珩 杨桂芬等(357)
协调生态经济,实施持续发展依靠科技开发治理山江湖·····	吴国琛(358)
中国人口生态刍议·····	戴中生 王大齐(359)



论持续发展账户体系·····	赵景柱(360)
人类生态位的扩充与可持续发展·····	朱春全(361)
海南岛热带林业持续发展所面临的生态问题·····	周光益(362)
世界森林可持续发展研究进展·····	蒋有绪(363)
国际科联环境问题科学委员会与人类持续发展的生态学·····	薛元立 陈玉平(364)

## 五、生态农业理论与生态工程技术

### (一) 农业生态学

黄淮海平原高产农田群体结构参数·····	董振国(369)
林粮间作立体经营是平原地区发展林业的好途径·····	许绍惠(370)
池杉—水稻立体农业效益和水稻产量米质的研究·····	黄兆祥(371)
论农田土壤养分的三种富集形式·····	陈士平(372)
农业生态经济系统的能值分析·····	蓝盛芳 陈飞鹏 刘新茂(373)
曲周县农业水资源持续利用的典型研究·····	温金祥 韩纯儒 宇振荣(374)
柠条耐旱性的季节变化特点·····	王孟本 李洪建(375)
皖南低山丘陵农业生态系统土壤动物多样性研究·····	王宗英(376)
澜沧江—湄公河中段流域山地农业生态系统类型研究·····	陈爱国(377)
山楂—小麦间作模式小气候特征研究·····	董云岚 魏玉君(379)
农业生态系统学展望·····	张伟东 曹志强(380)
贵州青岩油杉种群生态学初步研究·····	李久林 梁士楚(381)
杂草侵害草坪规律的研究·····	周兴文(382)
防护场理论——防护林学的生长点·····	郑元润(383)
火生态因子对草原的效应及应用研究·····	鲍雅静 李政海 刘钟龄(384)
红壤旱地立体种植的农田生态效应·····	黄国勤 张桃林(385)
尿囊素的合成及其对作物的生化他感作用·····	孔垂华 李德建 骆世明(386)
环境胁迫条件下园艺植物应激反应的新模式·····	丁平海 王国英(387)
黄淮海平原农业综合开发的生态效益·····	谢明 吴凯(388)
寻邬县稀土尾砂堆积场地果树栽种试验初报·····	涂翠琴 刘建业 黄黄(389)
树木年轮资料推测林冠干扰强度的探讨·····	兰涛 夏冰 贺善安等(390)
新疆绿洲吨粮田与普通田模式生态经济效益的比较研究·····	钱翌(391)
生态位理论与优化方法在农作物生长系统中的应用·····	李自珍 刘宛君(392)
丘陵库区及近水资源果园的害虫治理研究·····	沈长朋 孙树兴 顾颂东等(394)
稻田生态系统中捕食作用的评价方法·····	古德祥 张文庆 张古忍(395)
胶茶土壤水分效应·····	龙碧云(396)
稻田昆虫群落季节性变动及主要害虫复合防治指标研究 ·····	张国安 张炎周 万开元等(397)
福建集约持续农业的实践与探索·····	林文雄 吴志强(398)

作物残茬浸液对玉米幼苗生长发育的影响

植物生化互作研究..... 王 璞(399)

农业规模经营的规模效益分析

以江苏省常熟市的典型调研为例..... 李伟波(400)

河南省板栗资源及其发展意见..... 丁向阳(401)

我国水稻土中产生的挥发性含硫气体的测定..... 杨 震 孔 莉(403)

农林间作系统辐射传输的动态仿真模型..... 卢 琦 阳含熙(404)

硒和环境富里酸对小麦利用硒及其生长发育的影响..... 徐 云 王子建 彭 安(405)

中亚热带东部丘陵区农业生态系统多样性与演化机制..... 彭廷柏(406)

江南红壤丘陵山区生态脆弱性研究..... 李迪华(407)

假眼小绿叶蝉自然天敌控制作用的评价..... 王沅江 庞雄飞 谢振伦(408)

小麦根区土壤微生物分解小麦残体产生的生化他感物质

及其生物活性的研究..... 马瑞霞 刘秀芬 孙思恩等(409)

农桐间作生态系统物质循环和生物量的研究..... 蒋建平 刘廷志(410)

从生态角度研究胶茶群落结构的最佳模式..... 单 勇(411)

豚草化感作用研究..... 王大力 祝心如(412)

克生化学物质的分离、鉴定与生物活性的研究..... 刘秀芬 马瑞霞 袁光林等(413)

维持生态平衡是发展绿色食品的基础..... 蔺兴润(414)

华南农区的植物他感作用研究..... 骆世明 孔垂华 曾任森等(416)

三色农业——我国农业发展的必由之路..... 戴小枫 包建中(417)

稻茎毛眼水蝇田间种群密度估计方法的研究..... 叶正襄 秦厚国 李 华(418)

稻田节肢类捕食者群落的重建与种库的关系..... 张古忍 张文庆 古德祥(419)

菜地节肢动物群落的调查研究..... 陶方玲(420)

稻茎毛眼水蝇田间分布型及序贯抽样技术的研究..... 秦厚国 叶正襄 李 华(421)

冗余与农业生态系统的调控途径..... 盛承发(422)

(二) 生态农业与生态工程

高科技 三洁净 蓬勃而持续发展——一个生态村模式

记上海崇明县前卫生态村..... 孙鸿良 陆振达 王春荣(424)

生态工程的“多维协同”问题..... 云正明(425)

苏南地区人口—耕地—粮食系统分析及种植业持续发展途径探讨

..... 李萍萍 卞新民 章熙谷(426)

我国农业生态工程的兴起与发展..... 张壬午 孙鸿良(427)

河东生态农业建设..... 于 辑 王永仁 郝宝虎(428)

晋北区生态农业模式与急待解决的问题..... 中 锟(431)

农林复合经营在农村可持续发展中的地位和作用..... 杨 修(433)

生态技术灭蝇综合防治应用研究

养猪场猪粪堆肥龙薄膜密封遮盖控制家蝇实验研究..... 宾石玉(434)

下辽河平原地区农业生态系统优化的实验研究..... 闻大中(437)



## 实现海洋经济生物增养殖农牧化的重要途径

海草场生态环境保护与开发利用	范振刚 胡兆彬 张素萍(438)
山东省引黄灌溉对农业生态环境的影响	吴 凯 谢 明(439)
发展生态食品工程	张学武 古德祥 刘 昕(440)
内蒙呼伦贝尔草原鼠害防治问题	高中信 金 昆 包初一等(441)
生态工程在环境保护中的作用及发展前景	敦婉如(442)
辽北地区高功效农牧业系统分析	曹志强(443)
试述县域生态农业建设的特性	乐海波(444)
山坡地农业生态系统模式的研究	陈荣均 骆世明(445)
生态农业实施的系统工程	谢为民 解美珍(446)
农业生态系统综合评价研究	吴佐礼 陈恒慧(447)
中国生态农业的发展现状及尚存若干问题	蔺海明(449)
光合细菌固定化及其净化养鱼水质特性的研究	战培荣 于沛芬 王丽华等(451)
县域生态农业综合评价研究	张国祥 杨居荣(451)
生态工程设计中要注意的问题	唐鸿寿(452)
不同植被类型及整地方式对水土流失的影响	黄承标(453)
广西海岸红树林与海堤的关系及海堤的红树林生态养护模式	范航清(454)
无公害生态茶园的建立及其生态控制效应	谢振伦(455)
利用净产氧量对沉水植物生态阈值的研究	周 红 任久长 蔡晓明(455)
滇池沉水植物群落光补偿深度研究	蔡晓明 任久长 孙亦彤(456)
滇池大型水生植物恢复工程及其方案选择	赵家聪 任久长 宋 福等(457)
滇池大型水生植物恢复工程及其方案选择	任久长 宋 福 朱云霞等(458)
黄土高原半干旱区春小麦有限灌溉初探	李凤民 赵松岭(459)
生态农业理论在黄土高原的应用和发展	

——山西省闻喜县的实验	朱子会(460)
生物覆盖技术与农业持续发展——以陵川县为例	张 辉(461)
生态经济庭院建设的研究初报	刘隆旺(463)
武汉武湖涨渡湖地区城郊型生态农业建设	金 涛(464)
涡阳县黄庄村生态村建设及生态模式研究	张友礼 冯玉才 强玉萍(465)
典型生态农业模式推广应用存在问题与对策	卢兵友(467)
庭院生态工程建设	韩玉珍 杨 军 韩守新(469)
草业生态工程在“三元”结构中的地位和作用	蒲朝龙(470)
泥石流生物生态工程整治的技术要点	刘伦辉(472)
减少环境污染 发展生态农业	林金华(473)
农村中学生态校园建设雏见	喻家龙(474)
华北平原水利工程对区域生态环境的影响	许越先(475)
区域生态环境脆弱性类型划分的方法与实践	

——以贵州乌江流域为例	苏维词 周济祚(476)
矿山生态恢复的理论与实践技术	高 林(477)



羊草人工草地的建立及其科学管理的研究·····	陈 敏(479)
中国北方旱地农业持续发展道路探索	
“八五”攻关旱农试验区寿阳县宗艾村生态经济规划·····	高德明 陈丽娟(480)

## 六、城镇及人口密集区生态建设的理论、方法与案例

### 试论城市景观动态变化与城市化发展

——以沈阳西郊为例·····	孙中伟(485)
论创建绿色城市文明的机理与对策·····	冯向东 钱育渝(486)
珠江三角洲小城镇地区的生态保护研究	
以深圳市光明华侨畜牧场为例·····	曾 辉(487)
加强城市生态建设·建立饮用水源保护区·····	彭菊初(488)
“南水北调”(中线方案)对汉江中下游(鄂境)环境生态影响及其对策研究	
·····	黄和鑫 高水生 施孜麟等(490)
浅议城市专用绿地建设问题·····	弓弦正(491)
石墨矿土地生态恢复工程研究·····	舒俭民 刘连贵 张岱松等(492)
城市植物学的研究与发展·····	欧晓昆(493)
安太堡露天煤矿废弃地复垦中草灌乔配置初探·····	卢崇恩 马志本 王文英等(494)
抚顺市环城林带生态效益研究·····	谢 维 杜 华 王振新等(495)
苏锡常地区城乡生态互补建设研究·····	刘晓磊 胡 锋(496)
广州市白云山风景区生态环境治理与发展规划研究·····	张社尧(498)
石油型污染及其对生态系统的影响·····	向可宗(498)
华南地区县级生态环境区划方法及其指标·····	李 贞(499)
谈谈社区与生态·····	桑润生(501)
小城镇生态规划的初步理论和试点研究·····	周启星(502)
浅论生态学与预防医学的关系·····	虞以新(504)
中国沿海污染防治之持续发展道路·····	陈 涛(505)
广州市城市生态环境问题与防治对策·····	张金泉(506)
城市园林绿地系统规划中的适宜度分析·····	况 平(507)
昆明可持续发展的生态学途径·····	吴玉树(509)
城市污水处理的生态工程技术·····	李万庆 郭冀芳(510)
掌裂草葡萄的新分布和垂直绿化对改善城市污染生境作用的研究	
·····	孙光荣 丰盛武 侯 杰等(511)
本溪市环境与经济协调发展研究	
——以大气环境为例·····	宋国君(512)
北京西郊城市污水人工土快滤处理系统中试工程的技术经济分析	
·····	崔理华 白 瑛 张祖锡等(513)
城市林业:理论与实践·····	孙 冰 栗 娟(514)
广东省珠江三角洲经济区生态学问题初探·····	陈世杰(516)

张家港市生态建设的特点与面临的挑战·····	赵荫薇(517)
新疆城市环境特征与鼠害防治的生态学基础·····	张大铭(518)
香山公园景观格局、游客流与旅游生态影响研究·····	刘鸿雁 张金海(519)
厦门特区经济发展与城市生态环境建设·····	连玉武(520)
城市生活垃圾高温好氧静态堆肥工艺研究·····	张春桂 姜晴楠 吴燕玉等(521)
“山水城市”建设与环境的协调研究	
— 无锡市总体规划修编专题研究·····	何 强 杜文涛 赵学玲(522)
香港生态环境保护和经济协调发展的几个问题研究·····	钟晓青 蓝崇钰 张宏达等(524)
铅锌尾矿废弃地的植被重建研究	
—— 有机废弃物的改良效果·····	蓝崇钰 束文圣(525)
生态绿地空间与城乡人居环境规划·····	李 敏(526)
大亚湾惠州岸段沿海工业发展与海岸带生态系统保护协调研究·····	袁 军 宁大同(527)
天津旧城改造生活质量对比研究	
— 人类生态比较分析与规划对策·····	杨志强 胡 聘(529)
开发区发展理论与对策探讨·····	黄主榕(530)
天津城市绿地系统动态特征分析·····	胡 聘(531)
浦东开发建设中应注重的生态原则·····	朱 斌(532)
论旅游生态和生态旅游·····	韩也良(533)
具固氮茎瘤的长喙田菁( <i>Sesbania rostrata</i> )	
作为铅锌矿尾矿地先锋植物的研究	
·····	杨中艺 袁剑刚 李美云等(534)
上海老港废弃物处置场的复垦研究·····	戚仁海(535)
城市生活垃圾中酞酸酯的微生物降解·····	顾宗濂 谢思琴 周德智等(536)
再论建立人和自然关系的新观念·····	王丰年(537)
社会可持续发展综合实验区	
— 21 世纪中国生态建设的示范研究·····	王如松 唐鸿寿(538)
经济发展对区域生态环境的影响及对策·····	杨林章 徐 琪(539)
影响芳香樟工业原料林产量的生态因子研究·····	陈登雄(542)
城市广告化及其环境与社会效应·····	章家恩 徐 琪(543)
天津城市可持续发展生态对策研究·····	欧阳志云 王如松 于春普等(544)
生态旅游与生态道德教育·····	周 鸿(545)
浅议改进城市持续发展规划技术的若干思路·····	于春普(546)
生态风险评价方法及其在城市生态研究中的应用·····	师玉英(547)
珠海市平沙区以糖厂为中心的生态工程设计方案·····	颜京松 张壬午 刘明发等(548)
城市生态规划和管理信息系统建设的若干问题·····	陈光伟(549)
常州市区气传致敏花粉全年多点调查研究·····	曹军峰 游一中(550)
珠海市城市环境生态建设·····	谭卫广(551)
城市垃圾资源措施浅析·····	巩玉华(552)
十年绿化广东的策略与实践·····	林 若(553)





# 发展具有中国特色的生态学，迎接 21 世纪的到来

陈昌笃

(中国生态学会，北京 100080)

## 1. 放眼世界

生态学是一门快速发展的学科，象大多数其他学科一样，在它前进的过程中，它的注意的焦点经历着改变。P. J. Edwards 在曼彻斯特国际生态学会第 6 届大会的大会社论中将“生态学”的发展分为三个阶段：从诞生到本世纪 60 年代为第一阶段，60 年代到 80 年代为第二阶段，80 年代以后第三阶段 (P. J. Edwards 1994)。

如果说以 1869 年 Haeckel 提出“生态学”一词作为生态学的诞生，那么直到本世纪 60 年代是资料积累的阶段，这时主要的工作是调查有机体的分布格局、多度，并与控制的环境变量相联系，方法是描述性的。有机体与环境关系的类型的划分及有关资料的搜集，是占优势的贡献。这期间也有理论的探讨，如 20—30 年代 Volterra、Lotka 等的工作。但许多重要的生态学概念，如演替、食物网、生态位、生态系统等都产生在这个期间。

60 年代到 80 年代，生态学向实验方向发展。这时出现了许多大型的自然生态系统的操作实验，著名的如美国 Hubbard Brook 集水盆地实验，前西德的 Solling 计划，以及国际性的 IBP 计划等，这期间的研究已逐渐注意到功能和过程。

到 80 年代，生态学在环境问题的推动下，注意力移向新的领域，这时人类的生命支持系统受到的日益增长的威胁成为人们所关心，空气和水体被污染，森林急剧减少，大多数生态系统发生退化，生物多样性不断丧失…总之，生态系统的健康或它的完整性 (integrity) 受到越来越大的损伤，如何认识这些现象发生的原因和机制？采取什么有效措施使之减缓或制止？环境政策制订者要求生态学家对有关紧迫问题作出及时回答，以便为政策制订和管理措施提供依据。美国的《持续生物圈倡议：一项生态学研究议程》(The Sustainable Biosphere Initiative: An Ecological Research Agenda) (1991) 和国际生态学协会的《持续的生物圈：全球的号令》(Sustainable Biosphere: The Global Imperative) (1991)，就是在这种形势下产生的 (Lubchenko et al. 1991; Huntley et al. 1991)。

大多数环境问题具有宏观性、复杂性和紧迫性，生态学家必须使自己的工作适合于这种情况。就宏观性说，大多数环境问题的大尺度性质，要求一种适合于它的大尺度途径，而传统的大多数生态学理论是从单个生境之内的一种中小尺度上进行的研究发展起来的，这种以中小尺度为对象的理论难以说明大尺度现象，这就促成了景观生态学等研究大尺度现象和过程的生态学分支的发展。

环境问题的复杂性往往一个学科难以解决，而要求多学科的合作，常常甚至必须把文



化、社会和经济的方面都包括在内。

一个引人注意的现象是：近 10 多年来，生态学文章和专著中涌现了大量的新概念，新理论和新方法。新概念如尺度 (scale)、阈根 (thresholds)、极限 (limits)、非线性 (non-linear)、不连续性 (discontinuity)、滞后 (lag)、时空异质性 (spacial and temporal heterogeneity)、斑块动态 (patch dynamics)、风险 (risk)、不确定性 (uncertainty) 等；新理论如级秩理论 (hierarchy theory)、耗散结构理论 (theory of dissipative structure) 等；新方法如建模 (modelling)、遥感、GIS、地统计学 (geostatistics)、分形几何 (fractal geometry) 等。这些新概念、新理论、新方法的涌现或采用，标志着生态学正面临一场革命性的变化。事实上，“新生态学” (new ecology) 一词已经出现于文献中 (Price et al. 1984; Schneider et al. 1994)。

什么是“新生态学”？它的基本概念和理论体系是什么？要做出明确说明似乎还为时过早。但是，从我们所见到的不完全的文献中，可以勾划出它的几个基本特点 (Holling et al. 1994; Schneider et al. 1994; Picketti, 1993; Zimmerer 1994; Theberge 1993; Jianguo Wu et al., in print)。

### 1.1 强调“尺度”的重要

认为结构、功能、过程必须在相应的尺度上考虑，而“级秩理论”把尺度依赖置于全面的概念框架之中，传统生态学是没有尺度概念的。

### 1.2 强调时空异质性

传统生态学中，无论植物群落或生态系统都假定它们是均一的，而实际情况很少是这样。在景观生态学中，空间异质性尤其是考虑问题的出发点，异质对系统的功能和动态有十分重要的影响。

### 1.3 重视生态系统的开放性

新生态学认为自然系统是开放的，它与周围环境有不断的能量、物质和有机体的交换。有时一些预料不到的能量、物质或有机体的到达起了特别重要的作用。因此，系统的控制不一定来自内部，它们可能部分地或甚至完全地来自系统以外。只有把一个系统放在它的周围关系 (context) 之内，才能认识它。而传统生态学肯定生态系统的封闭性，它们被认为是主要是自调节 (self-regulating) 和自维持 (self-maintenance) 的，如早期的群落或种群模型，就强调内部的竞争或互助，内部驱动的密度制约。

### 1.4 既注意微细的 (subtle) 人类影响，也重视灾变 (catastrophe) 影响

人类对自然生态系统的微细的干扰，如从森林中选择性地移走一个种，从水体捕捞某种鱼类或其它水产，可能引发若干时间以后的系统的重大改变；通过从远距离外引入有机体或通过空气或水中的化学物之流则可产生远距离的后果；这在传统生态学是很少考虑的。

与此同时，传统生态学对于突发地、剧烈地改变生态系统的灾变事件也往往注意不够。新生态学则认为，火灾、暴风雨等灾变事件将引起系统以一种不连续的方式做出反应，并有利于保护它的连续功能的运行。例如，周期性的火灾，常常是某些北方森林类型长期存

在的必要条件。

### 1.5 生态系统处于恒定的复杂的变动之中

生态系统是种极为复杂的系统，它的结构和功能取决于大量的变量，这些变量被连接在相互关系的复杂网络之中，使得它们的关系基本上是非线性的。阈限和极限、滞后和不连续为生态实体所固有。而自然干扰，如火灾、风暴、干旱、害虫的爆发、传染疾病、火山喷发、洪水、滑坡以及人类活动的干扰总在频繁地、大面积地发生，更加强了系统的动态性。

### 1.6 过程 (processes) 比端点 (endpoint) 更为重要

传统生态学关心的焦点是生态过程和相互作用所导致的结果，即端点。例如，群落演替所达到的顶极状态 (climax)，认为所涉及的过程必然导致那一状态，而对这一状态的偏离很少基本意义。但经验证明：自然群落的动态过程中，常有多种持续状态 (persistent state)、局部的顶极常常不能达到，因此我们应更多关心的是过程，而不是端点，过程比端点更为重要。了解一个系统实际上如何行为，什么过程实际地确定它的结构和轨迹，比论证它的端点 (顶极) 是什么更有意义。

在景观生态学中，景观由斑块 (patch)、廊道 (corridor) 和矩质 (matrix) 组成，在一个景观中即使个别的斑块可能处于多种状态，其中有些随时间改变它的状态，虽然如此，整个景观仍可能处于组成平衡 (compositional equilibrium) 之中，这叫斑块动态 (patch dynamics)、(Pickett) 或“移动镶嵌” (shifting mosaics) (Bormann et al.)。

总之，“新生态学”从传统生态学的“平衡范式” (equilibrium paradigm) 移向“多平衡范式” (multiple equilibrium paradigm) 和“非平衡范式” (non-equilibrium paradigm)。非平衡范式并不排斥平衡，而是把平衡或“点稳定状态” (point stable state) 只作为一种特殊的情况。

以上简单地谈了一下“新生态学”的几个重要概念，恐怕很多地方还没有谈到，这要由国外回来的同志加以补充和修正。我谈这些的目的是要在国际生态学的现状的背景上来探讨我国的生态学应如何发展的问题。

## 2. 立足中华

建国 40 多年来，我国的生态学是取得了长足的进步的，从解放前仅少数大学开设了植物生态学或动物生态学课程，发展到目前这样有 10 多个生态研究机构，数 10 所大学开设了生态学及其分支的课程，专门从事生态学教学和研究人员达 300 以上，出版了多种生态学期刊或专著，成立了专门的生态学学会…，这一切说明了 40 多年来我国生态学成就的巨大。但是，也应该看到，我国的生态学与国外生态学先进的国家相比，仍然有很大的差距。我们仍然处于向国外亦步亦趋地学习的阶段。如何摆脱我们的落后状态，迎头赶上去，是我们面临的严重任务。

自然科学没有国界，但生态学研究离不开地面，因而是有地域性的。我们有自然条件极为复杂的辽阔国土，还有悠久的历史传统文化，我们的经济发展水平也和别的国家不一



样，我们应该发展具有自己特色的生态学。

怎样创造“具有中国特色的生态学”，我以为，必须以下列三点为前提：第一，要从中国的实际需要出发，面向中国需要解决的问题；第二，认真总结继承我国优秀的历史文化遗产和群众经验中的生态思想；第三，“去粗取精，去伪存真”地吸取国外生态学中对我们有益的东西。

中国当前的客观实际是什么呢？我们是世界上生态破坏最严重的国家之一，我们的城市和工矿区的大气以及江河湖海（近岸）污染严重，荒漠化、水土流失、土壤肥力降低在急速发展，自然森林不断减少，生物多样性急剧丧失，采矿废弃地日益增加，人口加速流向城市。与此同时，尚有 2000 万人处于贫困线以下，有待解决温饱问题，这些问题的解决，都要求生态学做出贡献。

另一方面，中国是一个有 4000 年（有文字记载）悠久历史文化的国家，早在 2500 年以前，就有对于植物生态分布的细致观察（如《诗经》中的“山有枢、隰有榆”的记载，《管子·地员篇》作者对植物随小地形变化引起的生态序列以及山地植物的垂直分布及阴阳坡差别的观察等），以及明确的可更新资源持续利用的思想（如《孟子·梁惠王下》：“数罟不入洿池，鱼鳖不可胜食也；斧斤以时入山林，材木不可胜用也”；《荀子·王制篇》：“斩伐养长，不失其时，故山林不童，而百姓有余材也”等。1600 多年前就有对生物间相生相克关系的记载（如公元 304 年左右晋代嵇含所著《南方草木状》中说：“交趾人以席囊贮蚁鬻於市者，其窠如薄絮，囊皆连枝叶，蚁在其中，并窠而卖。蚁赤黄色，大于常蚁，南方柑树若无此蚁，则其实皆为群蠹所伤，无复一完者矣”。）中国古代哲学提倡的“全局意识”、“整体观点”在西方是没有的，这正是生态思想的特点。中国传统文化中自然科学的最早代表作《周易》强调协调，认为阴阳配合，刚柔相济，上下和谐，理气夹持，才能达到完善的境界。中国古代的“天人合一”思想，讲的就是人与大自然的合一，把人与大自然看成一个整体，而西方是将自然客观化、对象化的。西方哲学的传统特点是重分析，十九世纪生态学诞生以后，才有明确重视综合的思想。

哲学以外实际生活中反映生态观点的地方更多。例如，从周代就形成的中国人的理想环境模式（聚落、坟地选址的“风水说”）（俞孔坚，1990），房舍的建筑布局，城市的总体规划等都是把人和自然（环境）统一起来考虑。至于历代农民根据长期生产实践总结出的“桑基鱼塘”、“三宜原则”（因地制宜，因时制宜，因物制宜）等无不符合生态学的原理，我国古代生态思想的遗产是丰富的，有待我们去很好的发掘、整理。

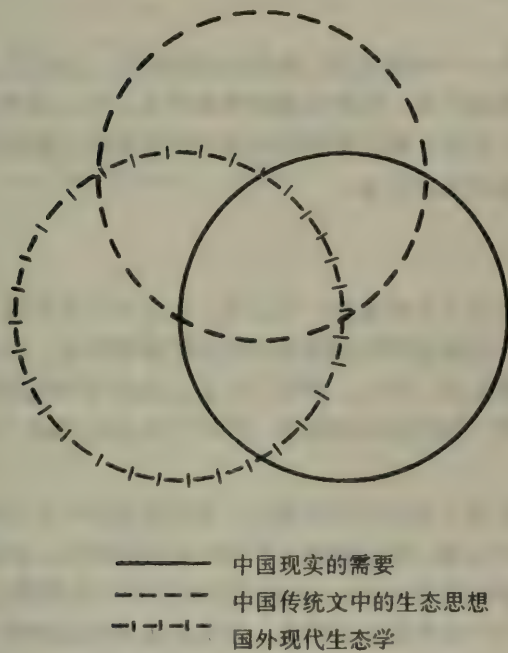
我国现代生态学是从学习西方开始的，学习西方仍然是发展我们自己生态学的重要依靠，应有选择地开展一些当今世界热门的研究（如全球变化等）以与国际接轨。但外国的东西有些不一定适合我们的需要，或至少暂时不需要，应该本着“急我所需”“为我所用”的精神，有所取舍。

为了发展具有中国特色的生态学，我以为在近期内应该先抓好下列 6 方面的工作：

## 2.1 生态破坏清查、制图和风险分析

我国是世界上生态破坏最严重的国家之一。前已提到，环境污染、植被破坏（包括森林滥伐）、水土流失、土壤肥力下降、土地荒漠化、生物多样性丧失等都严重发展，各地情况究竟如何？发展下去会出现什么后果？对我国经济的进一步发展会起什么制约作用？应

该用客观的科学方法，分区域进行详查、评估和制图，并进行风险分析。这项研究必须充分采用遥感、GIS、计算机等先进手段，提高精度、加快速度。与此同时，要研究各种有价值的指示体（indicators）（包括生物指示体在内），以便综合地判断一个地区的退化程度和发展趋势。大型工程（水利和交通工程等）的生态评估和后果预测也应包括在这一研究范围之内。



### 2.2 恢复生态

恢复受损伤的生态系统是我国当前面临的特别紧迫的任务。其中，采矿废弃地的恢复又是首先应该给予重视的。根据地矿部门的初步统计，到1990年底为止，我国共有9,000多座大中型国营矿山，26万座乡镇经营和个人开采的矿山。总计已形成废弃地200万公顷，而且，还在以每年2.5万公顷的速度在继续扩大。这么大面积的矿山废弃地不仅直接毁坏了大片森林草地，而且摧毁了大量的农田，把生产性地变成非生产性地，同时，矿山废弃地还造成水土流失，又是巨大的污染源，污染附近广大地区的土地、地表和地下水源。如何垦复植被，合理利用，要求生态学有发挥作用。

### 2.3 城市生态

随着城市化的加速进行，我国人口越来越集中于城市，到1994年底为止，全国已有城市640多座，城市问题丛生，大气、地表和地下水严重污染，垃圾成堆、交通拥挤、住房紧张、噪声严重、居民生活环境不断恶化，生态学家在城市生态规划，环境改善，特别是利用城市中的废弃地（道路改道、工厂迁址等形成的），建立生态公园等方面大有英雄用武



之地。

## 2.4 农业生态和生态农业

前者指以作物、牧草等增产为目标的生理生态、种群生态和群落生态研究；后者指利用生态学理论（物种共生、物质循环、能量多级利用等）和现代技术组织农业生产，既达到增产的目的，又不破坏环境，使农业得以持续发展的系统工程，目前我国生态农业发展很快。如何使之在现有水平上进一步提高，生态学工作者应与农牧业工作者一道认真探索。

## 2.5 生物多样性保护

我国的生物多样性在世界上处于独特地位，我们不但物种多，而且古老孑遗、特有种多，生态多样性复杂。但至今家底不清，开展生物多样性清查工作，选择一些关键地区和关键对象（如关键种）进行深入研究，确定保护和持续利用的有效方法是生态学家与分类学家、遗传学家、生物化学家等的共同任务。

## 2.6 普及生态学教育

普及生态学教育也是我们应该十分重视的一项工作。生态学工作不能光是象牙塔里自我欣赏、自我陶醉的东西，应与国家的经济建设和环境保护紧密结合，为改善人们的生活条件和国家的持续发展服务（陈昌笃，1993）。因之广大公众的参与和政府决策人员的重视对于生态学任务的完成至为必要。加强宣传和教育，在广大群众中扫除“生态盲”是生态学工作者义不容辞的责任。

中国的生态学工作者应该在前5项研究的基础上，批判地继承中外科学遗产，发展自己的生态学理论，理论是科学的翅膀，没有理论，科学是无从前进的。应该承认，尽管40多年来我们做了大量的工作，取得显著的成就，但理论方面仍然十分薄弱。直到目前为止，我们的生态学可以说基本上还处于积累资料的阶段。我们发表的理论性的文章很少，但理论必须在大量实际工作的基础上总结形成，并有助于指导实践和推动学科前进。

再过5年就将进入21世纪，当此新旧世纪即将交替的前夕，回顾生态学的过去，瞻望它的未来，不能不使我们感到心潮澎湃，思绪万端。让我们以生气勃勃的具有中国特色的生态学迎接21世纪的到来吧！

### 主要参考文献

- [1]《诗经》
- [2]《孟子正义》《诸子集成》本（一） 中华书局，1950。
- [3]《荀子集解》《诸子集成》本（一） 中华书局，1950。
- [4]《管子·地员篇校释》 夏纬瑛 中华书局，1958。
- [5]嵇含（晋）《南方草木状》《艺苑摭华》册三，清同治七年。
- [6]中国生物多样性保护行动计划总报告编写组 《中国生物多样性保护行动计划》 中国科技出版社，1993。
- [7]中国生态学会（孙儒泳、蒋有绪执笔） 《自然科学学科发展战略调研报告——生态学》，1994。
- [8]陈昌笃主编 《持续发展与生态学》 中国科技出版社，1993。
- [9]俞孔坚 中国人的理想环境模式及其生态史观。《北京林业大学学报》，1994。
- [10]P. J. Edwards (1994) Ecological progress to meet the Challenge of environmental Change-congress editorial of the VI Intern. Cong. of Ecology held in Manchester UK..

- [11] C. S. Holling (1994) The paradigm of ecological function and structure. *Future* 26 (6), 595—609.
- [12] Huntley et al. (1991) Sustainable Biosphere: The Global Imperative. *Ecology International*, 20 (special issue) 5—14.
- [13] Lubchenko et al. (1991) the Sustainable Biosphere Initiative: An ecological Research Agenda. *Ecology* 72, 371—412.
- [14] S. T. A. Picketti et al. (1993) the new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. in P. L. Fiedles et al. (eds) *Conservation Biology*.
- [15] P. W. Price et al. (ed). (1984) *A New Ecology: Novel Approaches to Interactive Systems*.
- [16] E. D. Schneider et al. (1994) Toward a new ecology. *Futures*, 26 (6) 626—647.
- [17] J. B. Theberge (1993) Ecology, conservation and protected areas in Canada. in d. Dearden et al. (eds). *Parks and protected Areas in Canada*.
- [18] J. Wu et al. (1995) From balance of Nature to hierarchical patch dynamics: A paradigm shift in ecology. To appear in the *Quarterly Review of Ecology* 1996.
- [19] K. S. Zimmerer (1994) Human geography and the "New Ecology" The Prospect and premise of integration. *Annals of the Asso. of AmGeographers* 84 (1) 108—125.



# 生态学研究中的若干新理论和新方法

李典谟 郭中伟 周立阳

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

## 1. 理论生态学和生态建模

### 1.1 时空动态的建模

生态系统在时间和空间上都显示出其复杂性。May 在 1975 年首次报道了简单的生态模型可以显示出复杂的动态。时空动态模型是一个动态系统的数学描述, 它引入了空间的概念。

时空动态的数学描述, 有一些不同的方法, 其中包括了两种类型:

- (1) 连续的时间和空间模型。
- (2) 离散的时间和空间模型。

我们能够建立不同的空间尺度: 局部尺度——动态出现在一个局部点或斑块, 和全局尺度——全局或异质种群的动态。

许多文献讨论了空间的稳定规则, 焦点集中在局部种群之间如何扩散, 能够提高异质种群的持续性, 而不考虑局部种群的灭绝。根据这种普遍的框架, 当空间被引入后, 关于混沌的争论可以得到缓解: 不考虑不稳定的混沌式动态, 当耦合是局部时, 即当扩散被缩小在最临近的斑块时, 全局异质种群是可持续的。

然而, 在较高尺度上, 混沌与异质种群的灭绝是对立的, 混沌可能提高持续性。从空间上导入稳定性, 需要斑块中的异步动态去补偿替代动物的锐减。这种异步性的来源之一是斑块中的异质性。但即使所有的斑块是同一的, 也可能通过不同的初始条件导致异步性。由于确定性混沌的一个重要的性质是它高度地依赖于初始条件, 在空间的相位上, 非常靠近的轨线将随时间出现指数形分叉。虽然局部灭绝的可能性在混沌域中增加, 而全局(异质种群)灭绝的可能性, 由于对初始条件的依赖越高, 非同步率就越快, 而减少。当耦合被限定在临近的斑块中时, 全局种群动态看起来象是处于一种具有附加噪声的稳定状态, 噪声可以由于数阵规模的增大而被减弱。这种由于非同步效应导致的全局稳定, 被称作“混沌式稳定”或“同一混沌”。

业已证明, 在其它不同周期的振荡的耦合, 能够诱导混沌式的动态。与其有关的是空间上诱导的分支。这里涉及到这样一个事实, 即空间域被增大时, 局部动态经历了系列的分支。所以同一物种的两个种群可能有着不同的动态特征曲线。

另外, 由于在混沌域中周期性窗口的密集叠套, 混沌是结构性的不稳定。分支参数的一个小的改变, 就可能破坏非周期的运动使之变成周期性的。由于通过两个被称为时空间

歇和超瞬变的过程，使周期性窗口解体，时空上的混沌成为结构性的稳定。超瞬变的存在是时空系统的重要性质。为了被“吸引子”捕捉到，“瞬变”与影响长期动态的迭代的初始数目有关。当引入空间概念后，瞬变的次数大大高于非耦合状态下的，故称为“超瞬变”。

空间上被延伸的系统，其复杂性的一个附加来源是多重吸引子，它们引入了新层次的不确定性。对于同一参数值，一个具有不同的初始条件的系统将定性地演变成不同的动态系统。而且，吸引子之间的边界可能是分形的，这样就不可能预测未来的动态行为。

虽然，生态学中的异质性早已有报道，并且一直被解释为是环境变化的结果。但近来的研究表明：种群在空间上的分布，可能源于其内禀机制，即，相互作用与扩散的耦合。

生态系统是一个开放的远离平衡的系统，在这种条件下，自组织能够通过对称分离的不稳定性来实现。斑块产生于自组织，并且提高了大尺度的共生性，其数目依赖于空间域的大小。如果空间减小到低于了最小阈值，这时就不存在任何源于同一状态的分支现象，那么竞争者的数目会突然减少。

栖息地的破碎是生物圈的一个重要的问题，近来对破碎景观动态的研究表明，栖息地的破碎能够造成最成功的竞争者的选择性的灭绝，即，灭绝出现在扰动发生以后的世代，这可以用来解释，不确定的少数的灭绝立刻发生在扰动后。

众所周知，高的多样性水平只能在不平衡的条件下被维持。超瞬变的存在维持了系统远离渐进行为。当瞬变在序和混沌之间（在混沌的边缘），显示出突然的跃进时，最高水平的多样性得以维持。

超瞬变和多重吸引子的提出，促进了理论上的进步。生态学家们曾一直在探讨系统的长期行为，而模型的瞬变动态可能是比模型的渐进动态对生态系统更好的描述。另外，动态模式的差异曾被传统地解释为是运行过程中大的差异所致，由于多重吸引子的存在，这种因为对初始条件的极端敏感而形成的差异，能够出现在同一系统中。

如何探测时空混沌呢？一种最新报道的方法是，根据轨线从空间上定义的局部分支的平均数，即，根据将不同的空间的点与初始的相同的种群水平相比较，来测度封闭的局部状态随时间的分离比率。

## 1.2 热动力学与结构动态模型

那种能够反映系统中物种的组成以及物种适应环境的变化能力的模型，通常被称为结构动态模型，以此来表示该模型能够捕捉到结构的变化。结构动态模型也被称为第五代模型或下一代模型以表明与先前模型的不同和在描述系统组分动态上的较强能力。

Bossel 在 1992 年提出了发展一个系统模型的六个必需条件：

- (1) 存在性 系统环境一定不能有任何可能使状态变量移出其安全范围的条件。
- (2) 有效性 从环境获得的 Exergy 应当超过其所花费的时间。
- (3) 可变性 系统对输入的反应，应具有一定的可变性。
- (4) 可靠性 系统必须能够利用适当而各异的手段，应付对其安全的威胁。这些手段或是在于系统内部的改变或是势函数（外部环境）的特殊改变。

(5) 适应性 如果系统不能摆脱环境对它的威胁的影响，其继续存在的可能性就在于它能否通过改变自身，来应付环境的影响。

(6) 其它系统的影响 一个系统必须响应其它系统的行为。这些其它系统对于一个



特定的系统可能是重要的这一点，必须被加以考虑。

在生态模型中，Exergy 被广泛地用作目标函数。这比用熵和最大能量，有两个明显的优点：它被定义为远离热动力平衡，并且它与状态变量有关，而状态变量通常是容易确定或测定的。

与 Energy (Embodied energy) 相比，Exergy 应用内在的质量测度来表达能量。它可以被看作是通过任何通过新陈代谢过程转化能量和物质的系统的燃料。系统消费能量，就是 Exergy 流通过系统去维持系统的功能。Exergy 从能量的角度，测度了距热动力平衡的距离。

Exergy, Ex, 被定义为：

$$Ex = T_0 \times NE = T_0 \times I = T_0 \times (Seq - S)$$

这里  $T_0$  是环境的温度， $I$  是热动力信息，被定义为  $NE$ ， $NE$  是系统的负熵流，它  $= (Seq - S)$  = 系统在热动力平衡点与现在状态下的熵的差。

Exergy 的差异可以推演成其它方面的差异，如热动力势能，这可能有利于 Exergy 在一些事例中的计算。

系统的 Exergy 测度了周围环境的反差。如果系统是与环境处于平衡状态，则 Exergy 为零。

直接测量 Exergy 是困难的，但可以计算它。如果生态系统的组分是已知的，Mejer 和 Jørgensen 应用热动力学原理，提供了下面的方程：

$$Ex = RT \sum_{i=1}^n (C_i \times \ln(C_i/C_{eq,i}) - (C_i - C_{eq,i}))$$

这里， $R$  是气体常数， $T$  是环境温度（开尔文）， $C_i$  代表以适当单位表达的第  $i$  个组分， $C_{eq,i}$  是第  $i$  个组分在热动力平衡时的浓度， $n$  是组分个数。

新一代模型的思想是不断地发现一组更适合生态系统普遍条件的新参数。“适应性”可以被定义为物种生存和生长的能力，它可以通过对 Exergy 的利用来测度。

### 1.3 混沌学对生态系统的研究价值

所谓混沌 (Chaos)，是一种貌似无规则的运动，指在确定性系统中出现的类似随机的过程。确定性的系统，指动力学系统 (dynamical system)，它的结构是相对稳定的内在关系。自从 Lorenz (1963) 在一个简单的天气预报方程中发现 Chaos，提出长期天气预报的不可能性原理后，数学家 Li 和 York 的“周期3即 Chaos”及生态学家 May 的“生物种群适合的差分方程：稳定点、稳定环和 Chaos”两篇文章，引起了各行业迅速兴起了 Chaos 研究热潮，以至于混沌学被认为是二十世纪的第三次物理学革命，它是研究宏观系统的有力工具。

#### (1) 混沌学在生态学领域的研究现状

May (1975) 在对昆虫生态学模型研究过程中，发现了在简单的 Logistic 方程背后，隐藏着令人兴奋的非线性动态系统行为，即 Chaos。随后，许多生态学家在对非线性的连续时代的微分方程及差分方程的研究中，都发现了这一现象，如 Allen (1990) 的对 Lotka-Volterra 捕食者与猎物方程的研究，Logan (1991) 的对昆虫与天敌模型研究。对自然种群中有无 Chaos 研究，也有了新的进展。Turchin (1990) 在对 13 种森林害虫的时间序列研究过程中发现了有一种具 Chaos 行为；Olsen (1990) 成功地利用混沌动力学原理预测了小孩流行病的发生。近年来，对产生 Chaos 的条件及 Chaos 在生态系统中的表现行为也作了深入的

探索。如 Allen (1991) 研究认为系统的时滞、非线性、外部环境压力、多维等是产生 Chaos 的条件。Schaffer (1989) 在对 Chaos 深入研究后, 对协同进化中的群落稳定性及种群灭绝原因进行了新的审视。

## (2) 混沌学对生态系统的研究意义

生态学的最终目的是为了阐明自然种群和生态系统的变化规律。但自从普里戈津证实生态系统是一个服从耗散结构理论的非线性动态系统之后, 许多经典的生态学模型的局限性被暴露出来。即总是假定系统是稳定的, 力图通过线性化来消除系统的非线性特征, 从而经常会产生失真甚至完全相反的结论。为了寻找能够真实描述系统演化形态和处理不确定性因素的基本方程, 随机过程的研究工作被广泛开展。在混沌学的启示下, 诸如 Logistic 方程一类的简单非线性方程被引入了动态的生态系统研究。结果表明: 对系统演化的静态分析(均衡) 必然要丧失大量宝贵的信息, 只有在动态中才能观察到系统演化的实质; 生态系统的波动是内在的而非源于随机震荡; 初始条件的微小变动对系统未来演化结果产生巨大影响, 即对初始条件的敏感依赖性; 混沌的外表下隐藏着良好的有序结构。这些结果也说明: 混沌学的引入将使今后生态学的建模更加符合于真实的系统动态, 这也是对生态学理论的重要补充和丰富。

此外, 混沌学的引入还使对系统的长期预测提出了新的观点, 由于初始条件的微小改变, 将会导致误差以指数增长的形式增大, 长期预测显然是不可能的。但混沌随机假象下的有序结构, 使得短期行为的预测是完全可能的, 通过对奇异吸引子的处理(如神经网络方法)、时间序列分析、计算图象处理等手段, 生态系统内部的动态机制, 如昆虫与天敌的关系、群落的稳定性、种群灭绝的原因分析及其调控等方面均具有重要作用。

由于混沌学诞生时间很短, 其本身的理论仍有待于进一步发展, 诸如混沌动力学、混沌控制学、计算图象学等学科还不成熟, 因此, 生态学家除了要加强生态系统的非线性动力学本质进行深入研究外, 还要及时吸收混沌学研究的新成果、新方法, 从而使混沌学为人类揭示生态系统的本质作出重要贡献。

# 2. 协同进化——昆虫与植物的关系

昆虫与植物的协同进化突出地表现为昆虫的寄主选择行为与植物的抗虫防御体系。

## 2.1 昆虫的寄主选择行为

### (1) 寄主选择的理论发展

Brues (1920) 首次提出寄主选择的植物本能理论 (botanical instinct theory) 强调, 昆虫选择的寄主植物应能满足其特定营养和生态需要。Fraenkel (1959) 则用表征刺激理论 (token stimuli theory) 断言, 昆虫对寄主植物的选择是由糖苷、酚化合物、丹宁、生物碱、类萜和皂苷等类的植物次生物质 (secondary plant substances) 或植物化合物 (phytochemicals) 所决定的。他还指出, 为克服植物次生物质的不利影响, 昆虫由多食性向单食性进化, 从而开始利用这些化合物作为找到寄主植物的线索。Kennedy (1965) 的二元识别理论 (dual discrimination theory) 认为昆虫对寄主选择的根据是其对营养和非营养植物化合物的反应。这是基于许多昆虫能够受诸如氨基酸、碳水化合物和维生素等营养化合物的刺激而激



起取食的事实所提出的。随后, Whittaker (1970) 引入交互作用物质 (allelochemical) 一词取代“植物次生物质”。他将交互作用物质性质定义为“一个物种个体所产生的影响另一种个体生长、发育、行为或群体生物学的非营养化合物”。交互作用物质能够起“利己素”(allomones) 和“利它素”(kairomones) 功能。正是这些物质在昆虫与植物的关系中起着重要作用。

## (2) 昆虫的寄主选择行为

昆虫通过嗅觉、视觉、触觉和味觉等感受器能够感知和综合外部刺激, Ahmad (1983) 在他的专著《植食性昆虫的搜索行为与机制》一书中作了详细论述。近年来, 电生理技术、嗅觉编码研究、交互作用物质的提取和分析等方法被广泛地应用于昆虫选择寄主的行为机制研究。如 Powell 和 Zhang 利用 Y 型嗅觉计证实了蚜茧蜂 *Aphidius uzbekistanicus* 对寄主植物气味产生趋性反应; 风洞试验表明损伤的植物叶片对侧沟茧蜂 *Microplitis croceipes* 的引诱作用远比未损伤的叶片强烈。另外, 对昆虫适应寄主及周围环境的变化也有了一些新的进展, 主要表现在下述两个方面:

### ①昆虫的经历和学习行为

Sheehan 和 Shelton (1989) 研究表明, 成虫前期的一些经历 (experience) 能够严重影响成虫的行为, 如以马铃薯植株上的蚜虫为寄主的菜蚜茧蜂 *Diaeretiellarapae* 对马铃薯的气味反应十分强烈。而成虫期的经历行为对其后来的行为更有直接的影响, 表现为 Papaj 和 Prokopy 定义的学习 (learning) 现象, 即 “any change in behavior with experience”。如 Thorpe 曾观察到自然发生的寄生蜂 *Nemeritis canescens* 对雪松油气味呈现忌避反应, 但是随着放置时间延长, 则逐渐适应。这是一种非条件学习行为, 即昆虫在长时间或重复接受某一刺激后, 在行为上表现为对该刺激逐渐适应, 反应降低, 或对该刺激变得敏感, 反应强烈。Hassell (1985) 将条件化学习定义为生物对一种刺激的反应形式是以前对其它刺激的反应形式为条件的。如 Tinbergen 在研究 *Philanthus triangulum* 的行为时发现, 雌蜂能够很快记住巢穴周围的地形特征, 并以此作为寻找寄主的标志。目前, 有关昆虫学习行为的专著在国外已经出版。

### ②昆虫种的变异与生物型

在昆虫的进化过程中, 种下类群的分化是适应寄主及环境变化的重要手段。目前研究较多的是昆虫为了打破抗性植物品种而产生的生物型, 在已经发现的14种具有生物型的昆虫中, 有9种是蚜虫。稻褐飞虱生物型有4个, Claridge 和 Den Hollander 认为褐飞虱的三个东南亚生物型中, 每一个均能转变为另外两个中的一个, 这决定于所取食的水稻品种。

## 2.2 植物的抗虫防御体系

(1) 忌避性 (antixenosis) 即植物作为寄主的条件很差, 害虫选择别的替代寄主。植物形态 (毛被、体表蜡质、组织厚度) 及化学物质 (驱避剂、阻食剂) 是产生忌避性的根据。如苜蓿品种叶片上密生的直立毛被可阻碍蚕豆微叶蝉 *Empoasca fabae* 取食 (Lee, 1983); 生物碱、类黄酮、萜内酯和酚类化合物是阻碍昆虫取食的重要物质, 如二羟酚与麦长管蚜的阻食抗性有紧密联系 (Lesacynski, 1985)。

(2) 抗生性 (antibiosis) 即一种抗性植物对某种以其为寄主的昆虫生物学可产生负的影响。植物的化学与形态均可引起抗生作用, 如生物碱、酮和有机酸等交互作用物质对昆

虫是有毒的,有的还是昆虫生长抑制剂,异黄酮使大豆尺蛾体重下降就是一例。植物的过敏生长反应及植物本身的一些结构因素也是产生抗生性的原因。

(3) 耐害性 (tolerance) 即植物具有忍耐或补偿为害的能力。耐害性的产生,决定于植物本身的遗传能力,如超越害虫为害的生长,组织受害毁坏或去除后植株的补偿再生等,它是植物本身的性状,而不是植物-昆虫互作体的组成部分,但耐害性常与抗生性和忌避性联在一起。

此外,昆虫于植物的协同进化还经常与天敌及周围环境关系密切。如 Dicke (1989) 发现受棉叶螨 *Tetranychus urticae* 为害的金甲豆植株 *Phaseolus lunatus* 能释放出新的挥发性物质,这种诱导现象在棉花和玉米等植物中也得到证实。进一步研究表明,这些诱导的挥发性次生物质大多数对害虫具有毒害作用,但却能够引诱天敌寻找寄主。协同抗虫性 (associational resistance), 即当一种通常感虫的植物,在与另一种抗虫植物套种时,由于抗虫植物的存在而保护感虫植物免遭害虫侵袭的情形。如墨西哥南瓜上的甜瓜绢野螟 *Diaphania hyalinata* (L), 其种群密度在套种 (南瓜-玉米-豇豆) 的情况下比南瓜单种时低得多 (Letourneau, 1986)。

总之,植物的防御是与昆虫的行为协同进化的,在昆虫一方,被认为由多食性向寡食性过渡;在植物一方,昆虫显然是一种始终影响植物进化过程且不断变化的动力。植物作为对植食性昆虫的反应而发生的物理和化学变化与昆虫为适应新寄主植物而经历的行为和代谢方面的变化,都突出表现了各自的遗传可塑性。

### 3. 分子生态学的发展

分子生态学是在分子水平上对生态学问题的研究。生物圈中不同层次的生物学、生态学过程是密切联系的,生态学在向宏观、综合方向发展的同时,也在向微观的层次深入,这也是本世纪中期以来分子生物学迅猛发展的必然结果。1992年“分子生态学”杂志的问世,标志着分子生态学已进入迅猛发展时期。当前分子生态学的研究热点是用分子生物学方法,研究生态行为问题。例如, C. Rico 等用 DNA 指纹谱方法研究三棘鱼 (*Threespine stickleback*) 的雄性繁殖策略。他们随机抽取17个三棘鱼的巢,分析每一巢的守卫的雄鱼及从中随机抽取的10个卵孵化出的鱼苗的 DNA 指纹谱,计算 Band-sharing indices,发现这170个鱼苗中只有147个是守卫雄鱼的真正后代,其它的则是其父亲从其他巢“偷”来的,或者是被其它雄鱼所受精。用这种方法,十分精确地揭露了从前用观察方法很难得到的结果。在当前分子生态学研究中, DNA 指纹谱是应用最为广泛的方法。G. M. Hewitt 用该方法证实欧洲大陆的沙漠飞蝗种群来自两个不同起源地,即非洲和中东地区,并指出它们的迁移路线和交汇中心,这是用传统方法如标志放飞很难得到的结果。S. M. Noble 等用这种方法分析一种盐生植物 *Salicornia* 的 rDNA,发现特定基因变异的频率与环境中潮水淹没的梯度明显相关。而这种变化在形态上没有明显表现。他们还通过分析38株亲代植物及其2112株子代植物的 rDNA,证实这种植物的近亲繁殖行为。Michel Raymond 等用这种方法研究不同地区 (非洲、亚洲、北美洲) 蚊子抗有机磷杀虫剂的基因,发现抗性的产生主要是由于携带抗性基因的个体在使用杀虫剂后迁移造成的,而不象通常认为的那样是突变的结果。

GMO 释放的生态学研究 包括基因工程在内的生物技术是目前最为活跃的科学领



域。科学家已经成功生产了转基因的世界大部分的作物如玉米、水稻、土豆、棉花以及水果、蔬菜、油料作物等，许多转基因植物已进入田间试验阶段。GMO (Genetically Modified Organisms) 因通过基因工程获得了原本没有的性状（如抗病虫害性更强、更专一，对营养元素的吸收、氮的固定等生理性状更加优化）使它更好地为人类服务。但 GMO 向环境的释放也给生态环境带来风险，即（1）转基因作物可能变为杂草，且具有侵害性；（2）转基因作物可能成为导管，通过它，新的基因转移到野生植物上，从而成为新的杂草；（3）转基因作物可能含有特殊的病毒，从而产生新病毒，可能危害重要的经济作物；（4）转基因作物可能把潜在的有毒物质表现出来，从而伤害其它的生物，影响生物群落的多样性；（5）GMO 的商业化可能给全球作物多样性带来严重危害，因为农民很可能种植 GMO 而忽视或丧失作物的天然资源；（6）大量释放 GMO 对生态系统的长期累积影响。因此，对 GMO 释放的生态学研究是当务之急。其目标是确定转基因作物在不同生境中持续存在和扩散的潜力；发现能与转基因作物进行杂交的植物物种的范围；调查其杂交后代的生态表现；发展对新的转基因作物进行生态风险评价的规范。

# 青藏高原生物群区对全球变化响应的模拟

张新时 杨莫安 周广胜 刘春迎

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

## 1. 引言

近半个世纪以来, 由于世界人口的迅速增加和现代工业的迅猛发展, 矿物燃料被大量地消耗, 森林面积不断减少, 导致大气中  $\text{CO}_2$  等温室气体的急剧增加和温室效应的增强。预计到下个世纪中叶, 大气中  $\text{CO}_2$  的含量将达到 560ppm, 是工业化前的二倍。据国际上几个主要大气环流模型 (GCM) 的模拟结果, 全球地表气温将因此增加  $1.7-4.5^\circ\text{C}$ , 降水将增加  $7\%-15\%$ 。气温增高, 海平面上升, 臭氧层被破坏, 灾害性天气增多... 正以前所未有的速度迅速变化着的全球环境向生态学研究提出了严峻的挑战。陆地生态系统对全球变化的响应与反馈的研究, 将为最大限度地减少全球变化可能引起的不良后果, 使全球变化向着有利于人类生存与持续发展的方向发展提供理论依据。

青藏高原被认为是在我国, 乃至在地球上较少受到人类活动影响的少数几个地区之一。高原上的大气比较纯净, 较少受到污染, 因而被用作为对照的大气本底。由于高原的水热条件经常处在植被生态极限的边缘, 即使是一两度的温度或一二百毫米的降水变化, 在温暖湿润的地带不会对植被分布产生太大影响, 但在高原上却可能导致植被地带性与生态系统结构及功能的巨大变迁。因此青藏高原可以作为地球上全球变化的先兆区或预警区而具有特殊重要的监测和研究意义。

本文将模拟青藏高原生命地带、植被净第一性生产力及永久冻土在全球变化情况下的响应情况。

## 2. 青藏高原的植被地带格局与植被—气候关系

青藏高原的植被可分为下列 11 个地带<sup>[1,3]</sup>;

- 2.1 喜马拉雅南坡热带山地森林地带;
- 2.2 川滇—藏东南亚热带山地森林地带;
- 2.3 藏东川西高寒灌丛草甸高原地带;
- 2.4 藏南山地温性灌丛草原高原地带;
- 2.5 青东—祁连山地草原地带;
- 2.6 海南高寒草原高原地带;
- 2.7 羌塘高寒草原高原地带;



- 2.8 阿里山地温性荒漠高原地带；
- 2.9 藏北高寒荒漠高原地带；
- 2.10 昆仑山地温性荒漠地带；
- 2.11 柴达木盆地温性荒漠地带。

这些山地与高原的植被地带基本上形成沿着高原上由南向北递减的热量梯度与由东南向西北锐减的降水或湿度梯度的分布格局。各地带的基本气候特征如表1。

表1 青藏高原各植被地带的气候特征

气候特征 植被地带	生物温度 BT(℃)		可能蒸散 PET(mm)		年降水 P(mm)		可能蒸散率 PER	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
1. 热带山地森林	12.97	3.93	764.9	230.9	1328.0	519.0	0.635	0.2439
2. 亚热带山地森林	8.29	3.095	488.4	182.4	701.1	240.3	0.777	0.4915
3. 高寒灌丛草甸	3.53	0.999	207.2	58.5	572.9	106.7	0.367	0.1046
4. 藏南温性灌丛草原	5.42	1.92	319.5	113.7	372.1	108.9	0.942	0.441
5. 青东山地草原	5.62	1.89	331.4	111.3	427.0	119.2	0.849	0.4339
6. 海南高寒草原	1.94	0.445	114.1	26.4	336.3	78.1	0.344	0.0666
7. 羌塘高寒草原	2.16	1.188	127.1	69.6	285.0	138.1	0.645	0.683
8. 阿里温性荒漠	3.37	2.19	199.8	128.7	102.2	80.2	2.138	1.567
9. 藏北高寒荒漠	0.70	0.548	42.0	30.9	92.3	130.6	0.976	0.911
10. 昆仑山地荒漠	4.55	2.33	269.7	137.5	52.0	23.1	5.100	0.382
11. 柴达木盆地荒漠	6.285	0.975	370.4	57.4	87.8	69.6	8.60	6.97

青藏高原的生物温度 (BT)、可能蒸散 (PET) 与可能蒸散率 (PER) 与纬度 (L)、经度 (G) 和海拔高度 (H) 的相关性可以下列回归公式表示：

$$BT = 46.18 - 0.44965L - 0.13627G - 0.0037006H \quad (R = 0.942)$$

$$PET = 2727.5 - 26.486L - 8.086G - 0.213432H \quad (R = 0.942)$$

$$PER = 10 * (4.7241 + 0.041754L - 0.05083G - 0.00040665H) \quad (R = 0.757)$$

该式表明，在高原上每向北一个纬度，生物温度降低0.45℃，可能蒸散减少26.5mm；每向东一个经度，生物温度降低0.14℃，可能蒸散减少8.1mm；海拔每升高100m，生物温度降低0.37℃，可能蒸散减少21.8mm。

### 3. 模型介绍

#### 3.1 生态信息系统 (EIS)

青藏地区的植被与气候关系的研究，借助于中国科学院植物所植被数量生态学开放研究实验室研制的生态信息系统 (Ecological information system, 缩写为 EIS)，它是一个信息生态学、地学应用、数理统计、数据库技术与图形学的计算机系统分析软件，可用于生态与环境科学中的数量分析及其图形图象解释表达。

在 EIS 中可直接操作数据库数据和图形进行数值计算和逻辑推理，易于简捷地表达研究的分析、归纳和模型。前几部分论述的模型，如植被 NPP 分析、Life Zone 在中国的修正

以及各种生态指数和图形, 均用 EIS 系统完成。

### 3.2 Holdridge 生命地带系统

Holdridge 的生命地带分类<sup>[8]</sup>系统采用生物温度 (BT)、年降水 (P) 与可能蒸散率 (PER) 这三个气候指标的组合来表示一定的植被类型。生命地带既表示一定的植被类型, 又涵有植被类型所代表的热量与湿度的变化幅度。Holdridge 生命地带系统采用的气候指标少, 而且逐月温度和年降水可以直接从大气环流模型 (GCM) 中获得, 因而被广泛应用于全球陆地生态系统对全球变化响应的研究<sup>[2,4,6]</sup>。但由于该系统起源于对中美洲热带地区的研究, 在应用于某些中高纬度地区及高山地区时有必要做适当的修改与调整<sup>[2]</sup>。由于青藏高原雪线较同纬度山体要高, 且雪线有自边缘向内部升高的趋势。这样在 Holdridge 生命地带系统中高原的雪线应该位于较正常雪线生物温度低一点的位置, 并且随干旱程度的增加而升高。这样原 Holdridge 分类图解中大陆性气候部分的冰雪带, 被冻荒漠、冰缘带与高山裸岩风养带所取代。另外, 为了简洁明了地反映青藏高原植被对全球变化的响应情况, 将 Holdridge 生命地带系统中的植被类型进行合并, 并考虑到有些植被类型在青藏高原现在气候条件和几种可能的气候变化条件下根本没有或极少出现, 将 Holdridge 生命地带系统最终简化合并为 13 个类型:

- (1) 热带潮湿森林
- (2) 亚热带潮湿森林
- (3) 暖温带落叶阔叶林
- (4) 山地针阔叶混交林
- (5) 亚高山针叶林
- (6) 山地草原
- (7) 高寒草原
- (8) 高寒草甸或冻原
- (9) 山地荒漠
- (10) 高寒荒漠
- (11) 冻荒漠
- (12) 亚冰雪带
- (13) 冰雪带

利用这个合并后的 Holdridge 生命地带系统模拟当前气候条件下青藏高原的植被分布状况 (图1)。其分布格局与青藏高原的植被地带分布的实际情况 (图2) 有较好的对应性, 因而以下将基于这个简化的系统进行青藏高原植被对全球变化响应情况的研究。

### 3.3 自然植被净第一性生产力模型

自然植被的净第一性生产力 (简称 NPP) 指绿色植物在单位时间和单位面积上所能累积的有机干物质, 包括植物的枝、叶和根等生产量及植物枯落部分的数量。一个地区植物的净第一性生产力主要决定于该地区的光、热、水条件。目前流行的计算植物净第一性生产力的模型主要有蒙哥亚迈阿密 (Miami) 模型、桑斯威特纪念 (Thornthwaite Memorial) 模型和筑后 (Chikugo) 模型。前两个模型为统计模型, 缺乏理论基础; Chikugo 模型是植物生



理生态学和统计相关方法相结合的产物，是一种半理论半经验的方法，综合考虑了诸因子的作用，是估算自然植被净第一性生产力的较好方法。但是，该模型在推导过程中是以土壤水分供给充分，植物生长很茂盛条件下的蒸散来计算植物净第一性生产力的，对于世界广大地区该条件并不满足。

实际蒸散量与植被的净第一性生产力有着密切的联系，这是由于实际蒸散量是水分与太阳能可利用性的量度，是光合作用最重要的限制因子。实际蒸散量是降水与迳流之差，是从土壤与植被实际进入大气的总水分，即蒸发与蒸腾之和。为此，解决植被净第一性生产力计算问题的关键之一是解决实际蒸散的计算。然而迄今为止，一个可应用的实际蒸散模型还没有，尽管已经进行了大量的有关实际蒸散的试验和研究。周广胜等（1995）根据地球表面两个众所公认的平衡方程，即：水量平衡方程和热量平衡方程推导出了联系能量平衡方程和水量平衡方程的区域蒸散（E）模式：

$$E = \frac{r \cdot R_n (r^2 + R_n^2 + r \cdot R_n)}{(r + R_n) \cdot (r^2 + R_n^2)}$$

并由此推导出联系植物生理生态学特点和水热平衡关系的植物的净第一性生产力模型：

$$NPP = RDI \cdot \frac{r \cdot R_n (r^2 + R_n^2 + r \cdot R_n)}{(r + R_n) \cdot (r^2 + R_n^2)} \cdot \text{Exp}(-\sqrt{9.87 + 6.25RDI})$$

式中：r—降水量（mm）；f—径流量（mm）；Rn—净辐射量（mm）；RDI—辐射干燥度；NPP—自然植被的净第一性生产力（t DM/ha·yr）。

通过比较该模型与 CHIKUGO 模型发现，该模型比 CHIKUGO 模型更能精确地反映自然植被的净第一性生产力，特别是对于较干旱的地区。

由于计算陆地表面所获得的年净辐射时所需要的气候变量较多，包括：大气层顶部的太阳辐射，可能日照时数，实际日照时数，反射率，气温，空气湿度，海拔高度，纬度等，不适用于预测全球变化条件下陆地生态系统的净第一性生产力。为此，我们对中国各植被地带的可能蒸散（PER）与年辐射干燥度（RDI）进行分析，发现两者存在高度显著的相关性。根据全国671个气候观测站的资料对 RDI 与 PER 进行多项式回归，得到 RDI 与 PER 的回归方程：

$$RDI = (0.629 + 0.237PER - 0.00313PER^2)^2$$

其相关系数达0.90。

$$PER = BT * 58.93/r$$

式中：BT—年平均生物温度（℃）。

这样，根据生物温度（BT）和年降水量（r）就可近似地求得一地自然植被的净第一性生产力。

### 3.4 永久冻土模型

Heilson 和 Outcalt 于1983年首次提出并定义空气冻结指数<sup>[7]</sup>为：

$$F = \frac{DDF_{1/2}}{DDF_{1/2} + DDT_{1/2}}$$

其中 DDF 和 DDT 分别为冻结指标和融化指标（℃ DAY）。它们可通过以下方程求得：

$$T = (T_h + T_c) / 2$$

$$A = (T_h - T_c) / 2$$

$$B = \cos(T/A)$$

$$T_s = T + A(\sin B/B)$$

$$T_w = T - A[\sin B/(\pi - B)]$$

$$L_s = 365(B/\pi)$$

$$L_w = 365 - L_s$$

$$DDT = T_s * L_s$$

$$DDF = -T_w * L_w$$

其中:  $T$ —年平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$A$ —年气温振幅 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_h$ —最暖日平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_c$ —最冷日平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$B$ —冻结角度, 即气温曲线为零度时, 所对应的时间轴上的值。

$T_s$ —暖季平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_w$ —寒季平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$L_s$ —暖季长度 (天)

$L_w$ —寒季长度 (天)

青藏高原冻土实际分布状况见图3。利用生态信息系统做出青藏高原空气冻结指数分布见图4(a)。比较图3和图4(a)可以看出青藏高原空气冻结指数对连续永久冻土的指示性好, 冻结指数大于0.7的区域为连续永久冻土区, 冻结指数为0.7的等值线与连续永久冻土区界线基本吻合。冻结指数对非连续永久冻土区的指示性较差。这是因为: 空气冻结指数是最原始、最简单的反映由气候因素决定的冻土分布格局的模型, 它没有考虑到积雪、地势、水系分布、土壤及遗留冻土等因素对当前冻土分布的影响, 而在岛状永久冻土区, 由于冻土层的厚度小, 地温高, 这些区域性因素的作用对冻土的地带性分布产生较大的影响。鉴于生态信息系统中现有数据状况, 我们选取此模型来模拟青藏高原冻土对全球变化的响应情况。

在高原东部, 冻结指数介于0.6与0.7之间的区域与岛状永久冻土区基本吻合。而在高原南部, 冻结指数介于0.4与0.7之间的区域为岛状永久冻土区, 在高原东南部, 冻结指数小于0.4的区域内仍有岛状永久冻土存在。

## 4. 模拟结果

### 4.1 青藏高原生命地带对全球变化的响应

全球变化后青藏高原各生命地带的变化情况见图5, 表2。

在气温+4 $^{\circ}\text{C}$ 与降水+10%的情况下(表2), 高原的山地森林潜在总面积有所增加, 由801, 161 $\text{km}^2$ 增至965, 647 $\text{km}^2$ , 相对面积由31.17%增至37.57%。这主要是由于高原东部的高山草甸有相当大部分在增温情况下转变为适于山地森林生长的土地。各类森林的变化也不一致。按 Holdridge 系统, 原来在高原地区不存在的热带湿润性森林在高原东南部低山出



现了4, 118km<sup>2</sup>, 主要由亚热带型的湿润山地森林转变而来。后者也由原来的18, 723km<sup>2</sup>增至39, 375km<sup>2</sup>, 增加了一倍多, 主要由暖温性的落叶阔叶林转成。山地暖温性落叶阔叶林相对增加的面积最多, 由现有的33, 106km<sup>2</sup>或1. 29%增至146, 613km<sup>2</sup>与5. 71%, 为现有面积的4. 4倍。山地针阔混交林也略有增加, 但幅度不大, 由303, 318km<sup>2</sup>增至353, 219km<sup>2</sup>, 主要由寒温针叶林转化而成。山地上部的亚高山寒温针叶林的面积却略有减少, 由446, 014km<sup>2</sup>减为422, 332km<sup>2</sup>, 相对面积减少1%。如前所述, 亚高山寒温针叶林有相当大部分趋向于山地针阔混交林, 但又有大部分的高山草甸转变为亚高山寒温针叶林的潜在分布区。

表2 全球变化前后青藏高原生命地带的面积和相对面积变化情况

	现在		CO <sub>2</sub> 倍增后			
	CURRENT	ARE ARE%	P+10%, T+4°C	ARE1 ARE1%	ARE1-ARE ARE1%-ARE%	
热带潮湿森林						
Tropical moist Forest	0	0.00	4118	0.16	4118	0.16
亚热带潮湿森林						
Subtropical moist Forest	18723	0.73	39375	0.53	25602	0.80
暖温带落叶阔叶林						
Warm temperate Deciduous Broadleave Forest	33106	1.29	146613	5.71	113497	4.42
山地针阔叶混交林						
Montane Coniferous-Broadleave Mixed Forest	303318	11.80	353219	13.74	49901	1.94
亚高山针叶林						
Subalpine coniferous Forest	446014	17.35	422332	16.43	-23682	-0.92
森林						
Forest	801161	31.17	965647	37.57	164486	6.40
山地草原						
Montane Steppe	164246	6.4	427705	16.64	263459	10.24
高寒草原						
Alpine steppe	149743	5.82	62228	2.42	-87515	-3.40
高寒草甸或冻原						
Alpine meadow/Tundra	253350	9.85	0	0.00	-253350	-9.85
草原与草甸						
Steppe and Meadow	567339	22.06	489933	19.06	-77406	-3.00
山地荒漠						
Montane desert	410730	15.98	703162	27.35	292432	11.38
高寒荒漠						
Alpine desert	287906	11.20	219420	12.42	31514	1.23
冻荒漠						
Irigid desert	204566	7.96	77629	3.02	-126937	-4.94
荒漠						
Desert	903202	35.14	1100211	42.79	197009	7.65
亚冰雪带						
Subnival	296030	11.51	15052	0.59	-280978	-10.93
冰雪带						
Nival	3252	0.13	141	0.01	-3111	-0.12

高原上的草原与草甸面积在气温+4℃与降水+10%时面积有所减少, 由现有的567, 339km<sup>2</sup>减为489, 933km<sup>2</sup>, 相对面积由22.06%减至19.06%。但其中山地温性草原却有大幅度增加, 由164, 246km<sup>2</sup>增至427, 705km<sup>2</sup>, 相对面积增加了10%多, 由6.4%增至16.64%, 大部分由高山草原转来, 但部分由高山荒漠在增温与增湿条件下转化而来, 还有一部分由

山地针阔混交林与亚高山针叶林变化而来。高山草原的总面积减少过半,由149,743km<sup>2</sup>减至62,228km<sup>2</sup>,虽大部分转为山地温性草原,但从冻荒漠和亚冰雪带的转变得到了一定的补偿。随着高原上永冻层的消失,高山草甸的减少极为显著,现有的253,350km<sup>2</sup>与相对面积9.85%将全部消失,极大部分转变为亚高山寒温针叶林,很少部分转变为山地草原,还有极少一部分转换为高山草原。

高原荒漠是增温后在高原上最大的“受益者”,其总面积由现在的903,202km<sup>2</sup>与相对面积35.14%增至1,100,211km<sup>2</sup>与42.79%。其中温性荒漠增加最多,由410,730km<sup>2</sup>与15.98%增为703,162km<sup>2</sup>与27.35%,大部分由高山荒漠转变而来。高山荒漠的面积相对变化较少,由287,906km<sup>2</sup>与11.20%略增至319,420km<sup>2</sup>与12.42%;虽大部分转为温性荒漠,却从冻荒漠和亚冰雪带的转化得到了更多的补偿。后者的面积则显著减少,从现有面积204,566km<sup>2</sup>与相对面积7.96%减为77,629km<sup>2</sup>与3.02%。大部分转变为山地荒漠,极少部分转变为山地草原。总之,高原增温后所导致高原的荒漠化是最强烈的过程和最显著的现象。

增温后高原按 Holdridge 系统的高山的亚冰雪带与冰雪带的面积显著减少,二者合占高原面积仅0.6%,原来为11.64%。亚冰雪带由296,030km<sup>2</sup>与11.51%减为15,052km<sup>2</sup>与0.59%,将近减少11%的相对面积;大部分转为高山草原、高山荒漠与冻荒漠。估计高原上的雪线将升高500米或更多,大面积冰川消融,冰雪带被迫上移。

#### 4.2 青藏高原植被净第一性生产力对全球变化的响应

图6和7给出了青藏高原自然植被净第一性生产力分布及其在全球气候变化条件下的变化图景。从图可见,青藏高原自然植被净第一性生产力的分布趋势是东南部热带山地森林地带最高,依次向西北递减,直至西北高寒荒漠区最低。自然植被的净第一性生产力在森林地带平均约为7.1t DM/ha·yr,草原地带约3.1—5.2t DM/ha·yr,荒漠地带为0.9—2.8t DM/ha·yr。

在气温增加4℃,降水增加10%的情况下,青藏高原自然植被的净第一性生产力都有不同程度的增加,森林地带的生产力平均由7.1t DM/ha·yr增加到10.3t DM/ha·yr;草原地带的净第一性生产力则增加到4.7—7.7t DM/ha·yr。荒漠地带本身的变化不甚显著,但由于降水及温度均显著增加, NPP 也略有增加,平均增加1t DM/ha·yr 左右。

从以上对青藏高原自然植被净第一性生产力的分析可知,青藏高原自然植被的净第一性生产力在气温增加4℃,降水增加10%时,自然植被净第一性生产力均有所增加,在湿润地区增加幅度较大,而在干旱及半干旱地区增加幅度较小。这说明限制青藏高原自然植被净第一性生产力的主要原因在于水分供应不足。

应该指出,二氧化碳浓度倍增所引起的全球气候的变化可能因地而异,不是均一的,但目前还无法归纳出一个统一的变化模式;而且在估测全球变化条件下的中国净第一性生产力分布时只是根据气温和降水的变化给出,未考虑植被对气候的滞后。因此,要正确地评估全球气候变化后植被净第一性生产力的变化有必要进行更深入的研究。

#### 4.3 青藏高原永久冻土对全球变化的响应

青藏高原冻土面积约150万平方公里,占全国冻土总面积的70%。是北半球中低纬地带多年冻土面积最广、厚度最大和温度最低的地区。



冻土与植被是气候长期作用的产物,气温升高加之植被的退化和风沙的堆积,将加速冻土的消融,导致永久冻土的退化,而永久冻土退化又将进一步导致土壤水分的减少,使干旱加剧,使草原荒漠化进一步加剧。同时,冻融地区土壤是重要的温室气体  $N_2O$  的释放源,冻土的消融将加剧温室效应,另外,比较干燥寒冷的冻土活动层表面可能是  $CH_4$  的汇和  $CO_2$  的排放源,所以冻土对全球变化响应的研究对模拟植被对全球变化的响应起至关重要的作用。

图5(b)显示年均温升高 $2^{\circ}C$ 、降水增加10%情况下青藏高原空气冻结指数分布情况,由此可以看出,全球变后青藏高原永久冻土的界线将向高原腹地收缩约100公里。

计算结果表明:全球增暖后永久冻土的面积将减少,当前情况下连续永久冻土的面积将 $841148Km^2$ 和32.6%,全球增暖后将减少到 $589860Km^2$ 和22.8%。非连续永久冻土的面积将由 $879486Km^2$ 和34.0%减少至 $858184km^2$ 和33.3%。虽然其面积变化不大,但其分布区域发生了很大的变化,部分非连续永久冻土由于增暖效应将转变为非永久冻土区,而减少的面积则又从连续永久冻土区的退缩得到了补偿。

总之,全球变暖将导致永久冻土的退化,而永久冻土的退化将加速高原的荒漠化进程,对生命地带的迁移产生影响。

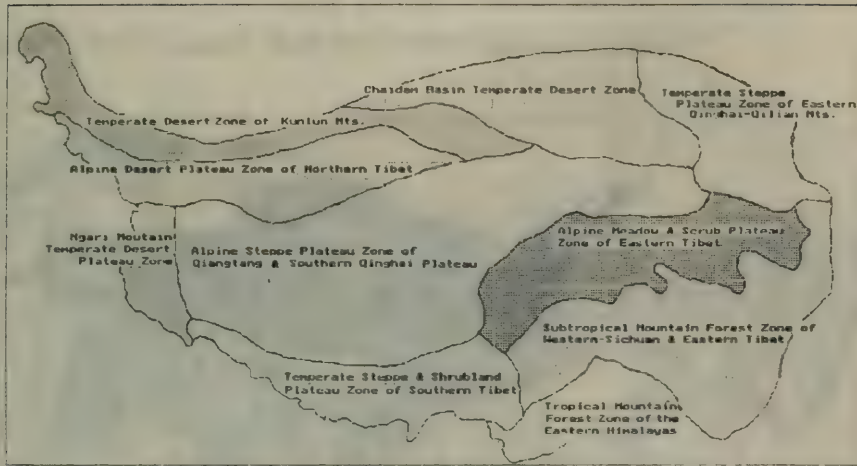
## 5. 结论

以上模拟结果表明全球变化将对青藏高原的植被及其它自然现象带来重大而深刻的影响。表现为:高原东南部森林向西北方向的扩展,高原西北部荒漠向东南方向的侵占,高原中部草原生命地带的压缩,永久冻土的消融与高寒草甸的消失,高原植被垂直带上升,雪线随之上升,冰川退缩与高原湖泊的萎缩,高原植被第一性生产力将增加,然而由于气候不稳定性的加剧,灾害性天气的增多,增暖导致的病虫害的增加,以及植被自身进化速度的限制,森林化的趋势与净生产力的增加也将受到制约。模拟结果提醒我们在充分利用全球增暖给农林牧业带来的有利条件的同时,对全球增暖带来的不利因素应有充分的准备。

## 参 考 文 献

- [1] 张新时,西藏植被的高原地带性. 植物学报, 1978, 20. (2): 140—149
- [2] 张新时, 杨莫安, 倪文革. 植被的 PE (可能蒸散) 指标与植被—气候分类 (三) 几种主要方法与 PEP 程序介绍. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17 (2): 97—109
- [3] 郑度, 张荣祖, 杨勤业. 试论青藏高原的自然分带. 地理学报, 1979, 34 (1): 1—11
- [4] Emanuel W R, Shugart H H, Stevenson M P. Climatic change and the broad—scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. Climatic Change, 1985, 7: 29—43
- [5] Holdridge L R. Life Zone Ecology. Rev. ed. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica, 1967, 206
- [6] Leemans R. IISAS's Climate data base. Options, March 1991, 91: 9—12
- [7] Neilson, F. E. and Outcalt, S. I., 1983, A frost index number for spatial prediction of ground—frost zones. In Proceedings Fourth International Conference on Permafrost, Vol. 1. National Academy Press, Washington, D. C., PP. 907—911.
- [8] 周广胜, 张新时, 1995, 自然植被净第一性生产力模型初探, 植物生态学报, 1995, 17 (3): 1—8.

# 青藏高原植被区划 Vegetation Regionalization of the Tibetan Plateau



- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| □ 喜马拉雅南坡热带山地森林地带  | □ 羌塘—海南高寒草原高原地带 |
| □ 西藏—藏东南亚热带山地森林地带 | □ 阿里山地温性荒漠高原地带  |
| □ 藏东—藏北高寒灌木草甸高原地带 | □ 藏北高寒荒漠高原地带    |
| □ 藏南山地温性灌木草原高原地带  | □ 昆仑山地温性荒漠地带    |
| □ 青海—祁连山地草原地带     | □ 柴达木盆地温性荒漠地带   |

图1: 青藏高原植被区划

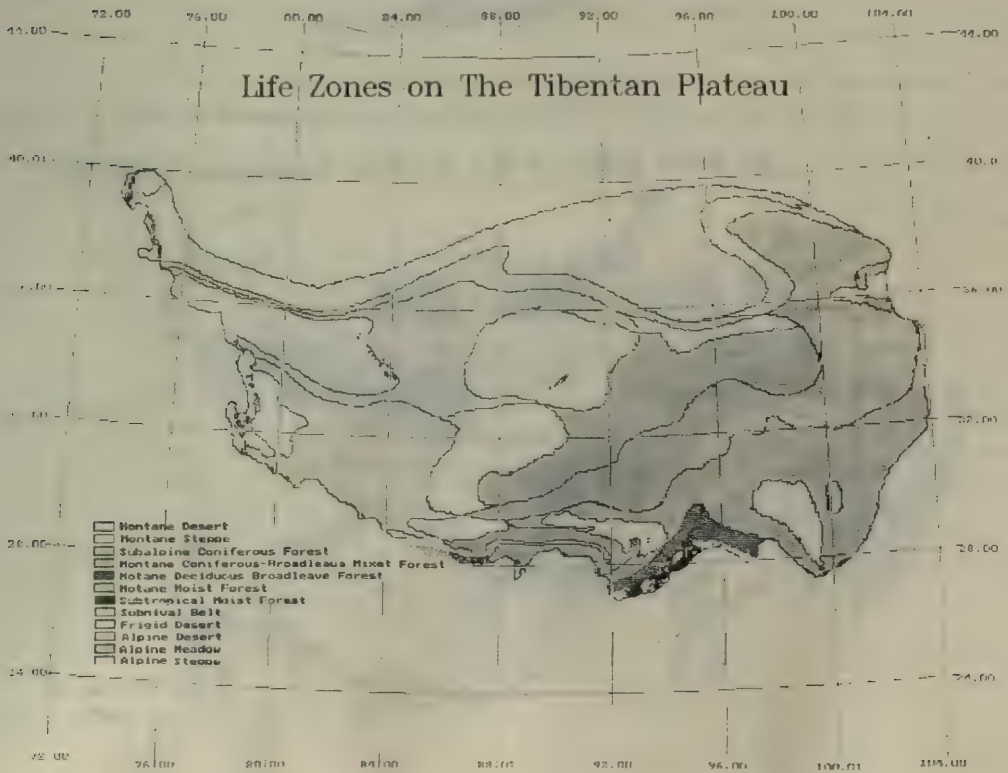


图2: 青藏高原生命地带



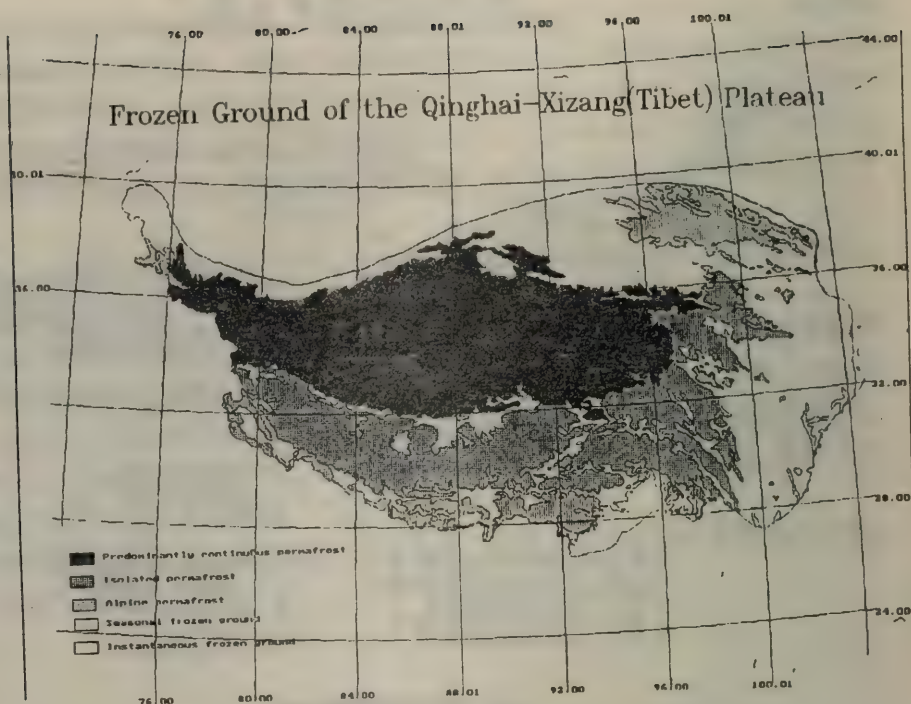


图3: 青藏高原冻土分布

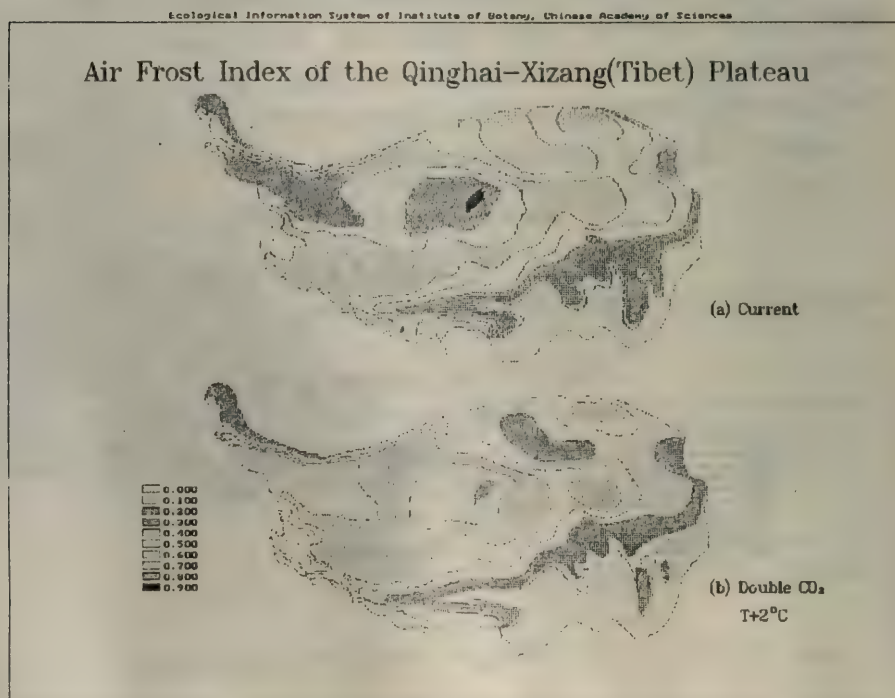


图4: 青藏高原冻结指数

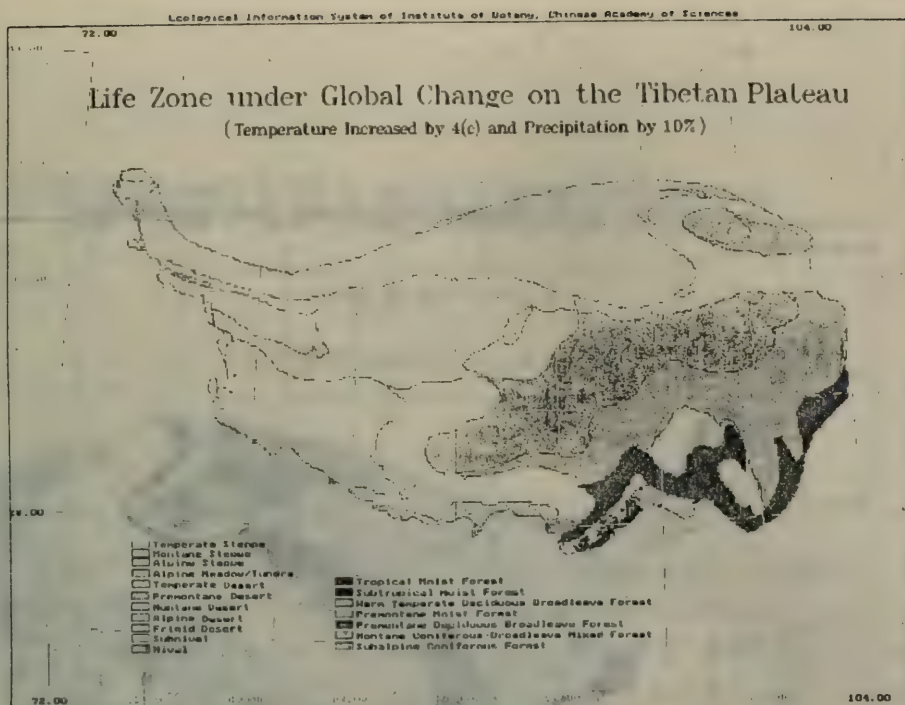


图5: 全球气候变化后青藏高原的生命地带  
CO<sub>2</sub>增加二倍, 温度增加4°C, 降水增加10%



图6: 青藏高原潜在第一性生产力(吨·干物质/公顷·年)



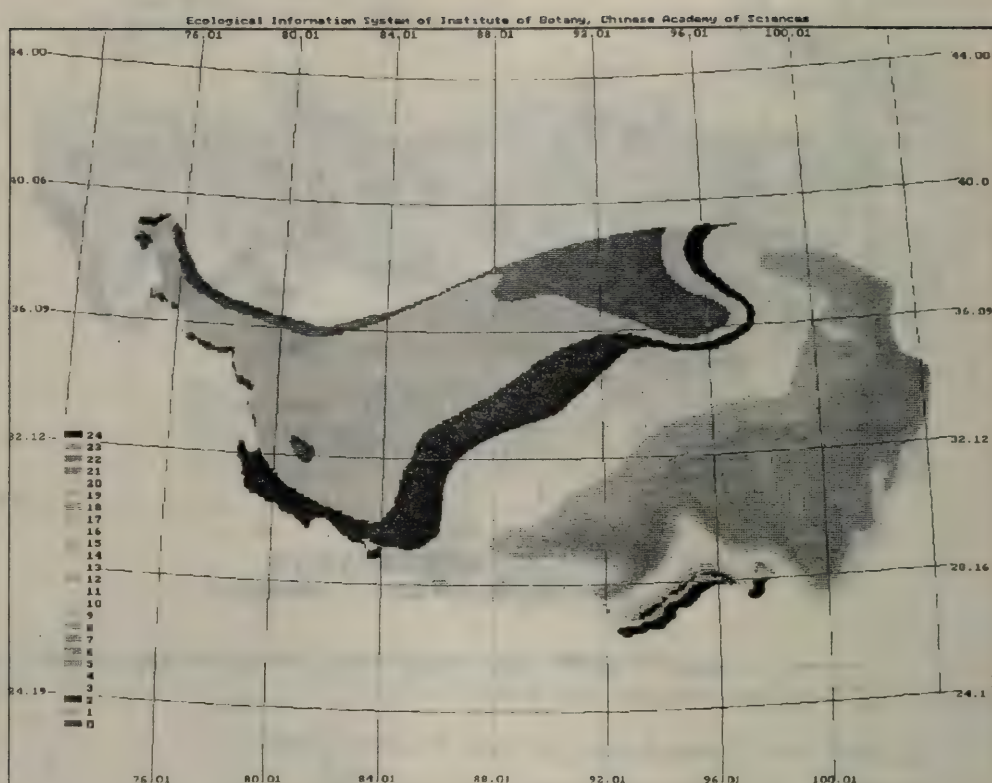


图7: 全球气候变化后青藏高原潜在第一性生产力(吨·干物质/公顷·年)  
 $\text{CO}_2$  增加二倍, 温度增加  $4^\circ\text{C}$ , 降水增加10%

# 中国东部地区五百年来植被演变与气候变迁

宋永昌

(华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

## 1. 前 言

全球气候变暖是当今人类面临的主要环境问题之一, 它引起了全世界人们的关注, 成为当今学术界研究的热点。对于这种变化目前存在着两种观点, 一种认为它是人类生产活动, 特别是近代大工业发展带来的环境污染和环境破坏造成的; 而另一种则认为气候本身就是在变动的, 这种全球性的变化不过是自然界变化的必然延续, 其主要原因未必是人类活动的后果。

中国东部地区(上海经济区五省一市), 乃是我国人口密度最高的地区, 同时又是现代工业的主要基地, 也是农业的粮仓, 研究五百年来这一地区气候变迁和植被演变对于评估人类活动对环境的影响, 预测其变化趋势, 无疑是有参考价值的。

对于五百年这个时段内的植被和气候变化进行综合研究, 目前可供借鉴的经验不多, 也缺乏必要的研究手段, 我们的这项研究主要还是根据历史文献以及部分现代调研资料进行的分析总结。所得结论也是初步的, 希望这项工作能为进一步研究创造一些条件。

## 2. 近五百年来气候的变化

一个地区的气温变化可以用寒冬出现的情况来判断。在我国历史文献中对于影响农业生产的寒冬有比较详细的记载。竺可桢(1973)、张丕远(1979)及张天麟(1982)等人都曾利用历史文献对中国全境以及长江中下游地区有史以来气候变化进行了研究。《华东地区近五百年气候历史资料》(1978)的出版, 为我们的这项研究提供了便利的条件。根据这份资料, 同时也参考了其它文献, 统计了中国东部十五世纪以来寒冬出现的年份。确定严寒冬季的标准是: 对于江淮地区, 淮河、鄱阳湖、太湖、黄浦江等河流湖泊结冰, 或有超常的大雪造成当地树木及鸟兽冻死; 对于闽南地区, 则是见到了积雪并造成荔枝、龙眼等亚热带果树冻死。

淮河地区选用的资料是安徽阜阳地区、宿县地区以及江苏淮阴地区; 太湖地区选用的是苏州地区; 上海市包括了目前所属各郊县; 鄱阳湖地区根据九江地区资料; 南京地区代表了长江下游沿岸; 杭州地区代表浙江钱塘江口; 闽南沿海地区包括了宁德、莆田、晋江和龙溪四个地区, 统计结果列成表一。从表中可以看出在这五百年来中国东部寒冬年份的出现是不均匀的, 依此可以划分出三个冷期和三个暖期(见表二)。



表一 中国东部地区严寒冬季出现年代\*

地区 年代	淮河地区	太湖地区	上海地区	南京地区	鄱阳湖区	杭州地区	闽南沿海地区
1471~1480		1476,1477		1477	1471		
1481~1490		1483		1490			
1491~1500	1493,1494			1493	1494		
1501~1510		1503	1501,1509	1509,			1501,1509, 1510
1511~1520		1511,1513 1514		1517	1513,1515	1512,1519	1519
1521~1530	1523		1521		1526		1521,1524 1525
1531~1540							1532
1541~1550	1550						
1551~1560				1560			1555
1561~1570	1564,1566 1568	1568		1566	1570	1561	1564,1565
1571~1580	1578	1578,1579 1580	1578		1580	1578	1572,1578
1581~1590	1595	1586					
1591~1600					1594	1595,1596	
1601~1610	1602			1602			
1611~1620	1612,1619 1620				1620		
1621~1630	1621	1627	1621				1636
1631~1640	1640	1632	1636	1637			
1641~1650	1641,1643	1645				1642	1650
1651~1660	1653	1654	1654,1655		1655		1654,1655, 1656,1660
1661~1670	1668,1670	1665	1666		1670	1669,1670	1663,1666
1671~1680	1671		1676			1680	1673,1674
1681~1690	1690	1683,1690	1690			1681	
1691~1700	1696,1700	1695,1700	1693	1699		1698	1691
1701~1710							1702
1711~1720	1711,1715 1720		1719	1714	1718		1716,1720
1721~1730						1721,1723 1727,1729	
1731~1740							1734
1741~1750							
1751~1760							1751,1752

\* 王希华、闫恩荣,1994:宁波地区树木年轮的分析(油印)

地区 年代	淮河地区	太湖地区	上海地区	南京地区	鄱阳湖区	杭州地区	闽南沿海地区
1761~1770		1761	1761,1766			1761	1764
1771~1780						1776	
1781~1790						1790	1788,1790
1791~1800		1796	1796,1798		1795,1796 1798	1796,1800	
1801~1810	1801		1809		1801		
1811~1820	1816				1814,1816		1815,1816
1821~1830					1822		
1831~1840		1832	1839		1840	1839	1832
1841~1850	1845	1841	1841,1842 1845		1841	1841,1848	1850
1851~1860	1860	1857	1860		1860		
1861~1870	1861	1861	1861		1861,1862 1865	1861,1862	1863,1865
1871~1880	1872	1873,1877 1878	1880			1872	1871,1873
1881~1890	1882,1886			1886,1889 1892,1895			1882,1890 1891,1892,
1891~1900	1892	1893	1892,1899	1898		1891,1892	1896
1901~1910				1910			
1911~1920	1913		1916	1916		1916,1917	1919
1921~1930						1925,1929	
1931~1940						1937,1939	1934
1941~1950	1955	1955					
1951~1960							
1961~1970					1969	1961,1964 1970	
1971~1980					1972	1972	
1981~1990							

表二 公元1470年以来寒冷期和温暖期的划分

	寒 冷 期				温 暖 期			
	起迄年代	持续时间	寒冬年数	每十年平均 寒冬年数	起迄年代	持续时间	寒冬年数	每十年平均 寒冬年数
I	1470—1530	60	22	3.6	1531—1616	85	19	2.2
II	1617—1725	108	47	4.4	1726—1830	104	21	2.0
III	1831—1900	70	30	4.3	1901—1990	89	16	1.8

第一个冷期是1470~1530年，即从明朝的成化年间到嘉靖年间，此期严寒冬季频繁出现，六十年期间内共出现22次，平均每10年有3.6个寒冬。其时不仅淮河封冻，太湖、鄱阳湖、



黄浦江、淀山湖以及钱塘江都可结冰。例如：1503年冬，太湖“大雪，积四五尺，冰坚尺许，东西两山枯尽死”；1509年冬，“黄浦冰厚二、三尺，经月不解，人行冰上如平地”，1513（正德八年），“太湖冰，冰上行人”。闽南地区记载有六次冰雪，其中1501、1509、1510年莆田宁德地区大雪“平地深尺厚，经月未消”，“荔枝、龙眼树大数围皆冻死”。十六世纪第一个25年，出现频率更高，在不到30年的时间内共有15次，平均两年即有一次寒冬，这对于不耐寒植物的生长，无疑是一个限制因素。

十六世纪前期中国东部气候进入了五百年来第一个暖期（1531~1616年），这一时期平均每10年有2.2个寒冬并出现了一些暖秋和暖冬。如1533、1560、1571、1603、1604等年份淮河流域九月桃树、李树开花，闽南地区冬季荔枝结实。在这85年的暖期中也还夹杂有相对寒冷的年份，如1568、1578和1580年太湖曾经封冻，可见那时气温仍是相当低的。

1617~1725是中国东部的第二个冷期。在这约一百年的时间内，平均每十年有4.4个寒冬，是中国东部五百年来最冷的一个时期，特别是从1650年~1700年间寒冷最为严重。1654年冬，湖州、吴江、上海、嘉兴“大雪旬余，大寒大冻，太湖冰厚二尺，黄浦冰叠如山”，1665年太湖冰封数月之久。这期间，不仅淮河、汉水四次封冻，洞庭湖也结冰三次，鄱阳湖也曾冻结，1670年的一次“长江几冻合”。闽南地区则是普降大雪，不少地方积雪“平地五尺许”。

十八世纪二十年代，东部气候又进入了第二个温暖时期（1726~1830年）。在这一百多年期间内，平均每十年出现两个寒冬。太湖只结过一次冰，淮河、鄱阳湖未见冰冻记载，闽南沿海霜雪也很少见。

十八世纪开始我国已经有了初期的气象观测，杭州（1723~1769年）、苏州（1725~1782年）、江宁（南京）（1722~1785年）和北京（1724~1903年）的晴雨录是我国有近代气象观测以前最系统的天气记录。由于冬季降雪率（ $P=S/S+R$ ， $S$ 为降雪日数， $R$ 为降雨日数）可以反映冬季气候的寒冷变化，龚高法等（1983）计算了杭州、苏州、南京冬季降雪率与平均气温之间的相关系数，从而推算出杭州、苏州、南京三地十八世纪时的冬季平均温度与现代相比，那时冬季（12~2月）平均温度仍比现在低1.0~1.5℃。

1831年~1900年是第三个冷期。在七十年时间内，平均每10年有4.3个寒冬，太湖两次封冻（1861年、1893年），月余不解。1859年上海青浦六月降雪。

二十世纪开始气温逐渐回升，徐家良（1993）利用上海观测站的气象观测资料，做出了1873~1990年上海逐年平均气温变化曲线和五年滑动平均曲线。近百年来本区气温虽有高温和低温年份的交替，但总体是呈缓慢的增温趋势。得出的气温变化率为0.044℃/10a，据此推算近二十年来气温约上升了0.52℃。

一地的气候变化也反映在树木年轮生长上，王希华等对宁波地区200多年生的马尾松所作的年轮分析表明在1836~1930年间冷年出现频率较高，气候相对寒冷，1840年尤为寒冷，三十年代后气候回暖。

### 3. 近五百年来植被的变迁

如果说在人类出现以前，地球上植被的变化主要由自然条件决定的，那么在人类出现以后，特别是在使用工具以后，植被的变化在相当大的程度上受到了人类的干预，而这种影响随着工具的改进不断加强。因此在研究五百年来植被演变时，须将气候变化和人类活

动结合起来进行分析。

元末明初中国社会经历二十余年的战争破坏，人口减少，土地荒芜，1368年朱元璋即位后，重申农桑为立国之本，大力提倡植树造林，并下令在国都南京朝阳门外钟山南麓营造国有林，以起示范作用。同时对于森林保护也比较重视，明令禁止毁伐树木，并制定了相应的法律。经过永乐、洪熙、宣德、正统、景泰和天顺几个年代，江淮丘陵一带森林得到了保护和恢复，紫金山、栖霞山一带经常有野兽出现，成化十七年（公元1481年）二月，“南郊地震，猛虎近城杀人”（徐中玉，1985）。可见当时森林茂密之一般。

从成化到正德年间（1465~1521年），正值五百年来中国东部的第一个冷期，1501、1503年（弘治十六年）、1509年（正德四年）、1510年、1513年、1514、1519年、1521年（正德十六年）、1525年（嘉靖四年）出现的寒冬，使得上海、苏州、太湖地区的柑桔尽皆冻死。在南京种植的桐、漆、棕树虽在南坡，成效也不大，说明当时南京的气候条件并不适宜于这些亚热带植物的生长。如果将目前漆树栽种北界的安徽金寨和太湖地区气候和南京气候相对比，并考虑到漆树仍能生长在黄淮平原，但已缺乏经济价值，推测那时的年平均温度可能比现在约低 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 左右。

明代由于人口增长迅速和奖励农桑，人们千方百计地扩大耕地面积，除与水争田外，就是变山为田。福建、浙江、江西本多山地丘陵，特别是十六世纪初玉米、甘薯和烟草的相继引入，由于它们适生于山地坡地上，故在江南一带大都利用山地种植，出现了“垦山为垆，列植相望”的景象，由此带来了大面积的毁林种粮。另一方面这一时期气候变暖和“一岁数收”等农业技术的创新，丰富了农业生产内容，种植制度更加多样化了，当时江南水稻总产量占到全国的70%，棉田面积差不多与水稻相等，东部平原地区的自然植被尽皆转变为栽培植被了。

明朝开国后大兴土木建造宫室，洪武十三年（公元1380年）在南京兴建明孝陵至永乐三年（1405年）完工，历时25年之久，成祖迁都北京后，开始在那里大兴土木，嗣后历代帝王因相继修建宫殿、宗庙、陵寝，到各地采办木材，东部森林首当其冲，大规模的连年不断采伐，其后果是“数年采木，十室九空，赤子委于沟渠，白骨暴于林莽。……瘠土荒壤，刀耕火种，遍观山顶尽赤”。（《四川通志·卷七十一·木政》）。加之明代的航海事业的大发展，从1405年~1431年，三宝太监郑和组织了一支庞大的舰队，七次航海下西洋；嘉靖年间，为了抵御倭寇从海上的入侵，多需建造海船、战舰，当时的造船皆以木材为原料，一千棵树建造海船一只，木材消耗量是很大的，可见明朝的人类活动对于中国东部地区森林植被影响的巨大规模。

清朝自多尔袞入关建立王朝（1644年）起，至末代皇帝溥仪（1911年）止共267年，气候上经历了冷→暖→冷的变化。清政权建立之初，实行排汉政策，迫使大批流民迁至江西、浙江、福建等山区，他们为生计所迫，以伐木、造纸、制菇、制香、烧炭为生，使山区植被受到极大的破坏。康熙执政后，改变排汉政策，开始招集流民，奖励开垦荒田，减轻税赋，扶植农林生产，雍正继续执行这一政策，促使农业生产得到了恢复和发展。但是此期中国人口增长很快，乾隆六年（公元1741年）全国人口为：143,411,559人，至道光二十年（公元1840年）增长至：426,737,016人，一百年内人口约增加了3倍，首次突破四亿，为了取得足够的粮食，不仅开垦了平地 and 丘陵，而且深入到高山林区，采用刀耕火种的方法垦种山坡，结果造成“一雨未毕，砂石随下，奔流注壑，涧中皆填圩不可贮水，毕至洼田中乃止，



及洼田竭，而山田之水无继者。是为开山之土，而病有谷之田，利无税之佣，而瘠有税之户也（《梅佰言书棚民事》）。”

清代也因兴建宫室及营造三山五园进行了大规模的采伐，造船业也很发达，所需木料皆自闽浙各林区采办。鸦片战争（1840年）后，又经历了太平天国（1851~1864），起义军转战大江南北，两军对峙多用火攻，烧毁了大量森林，“兵燹所至，无树不伐”。至清朝末年，中国东部许多地区的天然森林基本上皆遭破坏，绍兴地区的官方调查报告中指出，这个地区已经“无森林可言”了。

二十世纪初民国初建，气候较暖，当政者有感于我国“森林失修，荒山满目”，相继颁布了《森林法》、《狩猎法》。孙中山先生大声疾呼，提倡造林，开始了植树造林运动。东部一些地区的森林植被得到一定的恢复。但是就全区而言，军阀纷争，战火不熄，摧残破坏森林仍未稍减。1916年（民国五年）江苏省的江浦老山除了有少量受人工保护的以青冈和栎树（可能是麻栎）为主组成的常绿落叶阔叶混交林外，大面积分布的是次生灌丛草坡和落叶阔叶灌丛，草本植物主要是黄背草和白茅，灌木种类主要是黄荆、奴柘、野花椒、莞花、卫茅、构骨以及化香、臭椿、黄檀等，局部地点分布有马尾松林，但在石灰岩地区生长不良（转引自：陈嵘，1983）。三十年代，浙江苕溪流域，除东西天目山还保存有较完整的天然森林，孝丰及武康莫干山有较多的竹林以及临安、余杭、于潜部分地区有一些松杉幼林及竹林外，其它地区基本上都是荒山。钱塘江流域除江山、东阳、浦江及开化县部分边缘山区有松、杉、阔叶树及竹林外，濯濯童山，弥望皆是。尤以开化、东阳及曹娥江的新昌、嵊县开垦最为严重，山无论高低，岭无论平险，悉数垦为农地。仙居、天台县除局部地段有一些松、杉林及常绿阔叶林外，其它也均为荒山。浙南瓯江流域，在上游的龙泉、云和、松阳、遂昌等县还保存有林相完整的森林，但自云和县赤石以下，山林已呈荒芜景象，到青田欲求10年以上的松林已不易得了（浙江森林编委会，1993）。

江西省革命老区，在第二次国内革命战争期间（1928~1937年），国民党进行了五次大规模的“围剿”，对森林进行了焚烧破坏，致使赣南的井冈山山区、永新、宁冈、遂川、瑞金、兴国等地数百里葱翠林区变成秃岭焦山（江西森林编委会，1986）。

1937~1945年抗日战争期间，中国东部的森林又一次遭受到严重的破坏，在敌我双方争夺的地区因修筑工事和战火毁坏了大批森林，在沦陷区则因掠夺林木资源而遭到大批的砍伐。如南京紫金山除南坡中下部外，其余均遭战火烧劫，山北的山林甚至连根被挖掉；杭州灵隐至韬光路旁巨大的钩栗以及上天竺枫树岭的枫香均被砍伐运往日本。理安寺著名的楠木林也在抗日初期被盗，义乌县塘季乡的安山有古松近万株也在日伪期间不到一年砍得一株不留。及至抗战胜利，仅就浙江一省估计，全省的森林蓄积量已不到战前的一半了。接着的四年解放战争期间，各地山区森林再次遭到很大的破坏，有林地面积进一步缩小，只是在人迹罕至的深山区，如浙南、闽北、闽中等地还保存有茂密的森林。

新中国成立后，中国东部植被的发展经历了几上几下的数次波动。十一届三中全会以后，在农村实行了一系列符合中国实际的方针政策，森林植被逐渐恢复，覆盖率在逐步提高（见表三）。上文提及的江浦老山自1916年进行广泛的植树造林后，其间虽历经战争及人为破坏，但目前植被仍十分茂盛，黄致远等人90年代初（1993）又进行了一次调查，现在老山植被以人工林为主，天然次生阔叶林占较大比重。与80年前相比，森林面积扩大了，地带性植被没有质的变化。阎传海等（1994，1995）对南京灵谷寺、栖霞山以及滁县琅琊山森林植

被进行的研究表明，该地地带性植被类型相对稳定，近百年来植被性质也没有变化。

表三 1949年以来中国东部地区森林面积及覆盖率的变化

省市	1949年		1957年		72~76年		1979年		1984年		1988年	
	林地 面积	覆盖率 (%)	林地 面积	覆盖率 (%)	林地 面积	覆盖率 (%)	林地 面积	覆盖率 (%)	林地 面积	覆盖率 (%)	林地 面积	覆盖率 (%)
上海												
江苏	8.47	0.89	21.12	2.05	34.44	3.34	32.47	3.20	39.0	3.8	86.2	8.4
浙江	80.84	8.00	384.4	37.8	396.27	41.7	342.89	33.7	404.0	39.69	433.7	42.6
安徽	71.3	5.2	94.40	6.8	173.80	12.7	179.16	13.0	226.0	16.35	247.0	17.8
江西	201.86	12.00	333.33	20.0	558.44	33.5	546.23	32.8	599.0	35.93	552.4	33.1
福建	218.0	17.99			599.94	49.5	449.64	37.0	500.0	41.15	534.8	43.2

资料来源：

- 1. 中国林业年鉴（1949~1986），中国林业出版社，1987。
- 2. 全国林业统计资料汇编（1949~1987），中国林业出版社，1990。
- 3. 中国地区发展数据手册（1978~1989），中国财政经济出版社，1992。
- 4. 安徽省情（1949~1983），安徽人民出版社，1985。
- 5. 浙江省情（1949~1984），浙江人民出版社，1980。
- 6. 华东地区经济地理，科学出版社，1961。

4. 小结与讨论

五百年来中国东部气候经历了三次寒冷和三次温暖的变动。在三个冷期中以十七世纪出现的第二冷期延续的时间最长，寒冷的程度最强，特别是十七世纪后半个世纪，寒冬最为集中，十五世纪的第一冷期和十九世纪的第三冷期延续的时间和寒冷的程度相近。三个暖期中以第二暖期延续的时间最长，由于当前这个暖期仍在持续，时间和强度是否会超过第二暖期尚有待观测。五百年冷期和暖期交替周期约为60~100年，温度变幅以冬季温度计约在0.5~2.0℃之间，年平均温度变幅不到1℃，五百年间温度总的呈上升趋势。根据竺可桢（1972年）对中国历史时期（近五千年来）气候变迁的研究，近五百年正处于第四寒冷期，亦即欧洲所谓的“现代小冰期”。其气候总的说来较之公元1200~1400（南宋~元末）为冷，所以五百年来最暖的时期也未超过元代，更没有达到隋唐（公元500~1000年）时的温暖程度。那时长江三角洲尚有野象活动，梁天监六年（公元507年）“有三象入建邺”。承圣元年（公元552年）“淮南有野象数百，坏人室庐”（《南史·梁本纪》）。唐代中期不仅长江三角洲少见冰雪，就是国都长安有些年份也无雪无冰，梅树生长于皇宫，长安种有柑桔，估计此期年平均温度比现在约高1~2℃。那时常绿阔叶林的北界应位于淮河流域。

五百年来气候的数度回旋虽未导致中国东部植被气候带的明显移动，但是自然植被的消长和栽培的演变还是相当明显的。由于中国东部是许多亚热带经济作物，如柑桔、茶、桐、漆、竹等的重点栽培区，其中尤以柑桔对气候的反应更为敏感，在一般情况下，当最低气温达到-9℃时，就会使叶片和当年新梢受冻害，达到-12~-14℃时就会冻死，因此可以根据柑桔冻死南界的变动，推测气候变化和植被的变迁。据历史文献记载，五百年来中国东部柑桔冻死南界大致东起黄岩，经衢县、南丰、安丰到衡阳一线，东部沿海地区大致在北纬



29°，西段湖南地区大致在北纬27°，而近代（1951~1978年）柑桔遭受冻害的南界东段在杭州、宁波等地，西段到长沙、景德镇一带，相比之下说明近代严重冻害的南界未曾达到五百年前曾到达的界线（张家诚，1985）。如果对照目前柑桔的分布，东起上海长兴岛、崇明岛，经苏州太湖东西山，徽州新安江两岸至伏牛山，秦岭南坡海拔650米以下的丘陵地区，两者相比可以发现五百年内柑桔冻死南界比现在柑桔实际种植北界，东段偏南了三个纬度，西段偏南了六个纬度。

是什么原因造成中国东部气候的变动？一方面我们应该承认地球环境本来就是变动的，五百年来气候的变动是历史时期、同时也是地质时期气候变化的延续，但另一方面我们也得承认温室气体的增长必然会对气候发生干扰作用。就当前的气候变化形势来看，如果说是以自然界本身变化为主，根据五百年来气候变化规律，冷暖期的交替约为60~100年左右，当前的这个暖期已经持续了94年，接下来应是进入冷期了，可是根据最近几年的气象记录还看不出这种趋势，这也许就是全球温室气体增加带来的干扰，至于它在何种程度上影响气候变化及其发展则是一个需要定量研究的问题。

气候的变动无疑将引起植被的相应变化，不过自然植被的改变需要一个过程，它的变化总是滞后于气候变化的。一个寒冬虽然可以杀死一批植物，但是接下来的数年温暖又会有一些植物重新恢复生机，因此一地植被类型的改变是在气候的持续作用下才能完成。且自有人类以来，植被的变化受到人类活动的强烈干预，一个时期的政治、经济、文化都直接或间接地影响植被。五百年来中国东部植被历史变迁充分地证明了这一点。这也就增加了植被与气候相关性研究的困难。

#### 主要参考文献

- [1] 上海、江苏、安徽、浙江、江西、福建省（市）气象局、中央气象局研究所编，1978：华东地区近五百年气候历史资料
- [2] 竺可桢，1972：中国近五千年来气候变迁的初步研究，考古学报（1），168~189
- [3] 江西森林编委会，1986：江西森林，中国林业出版社
- [4] 陈嵘，1983：中国森林史料，中国林业出版社
- [5] 龚高法、张丕远、张瑾璐等，1983：十八世纪我国长江下游等地区的气候，地理研究，（2），20~33
- [6] 徐中玉主编，1985：华东游记选，上海文艺出版社
- [7] 黄致远、程翔、杨开红等，1993：南京老山森林公园植物资源的利用与保护，植物资源与环境2（2），21~24
- [8] 徐家良，1993：近百余年来上海气温变化的若干特征，地理学报48（1），26~32
- [9] 阎传海，1994：南京地区森林动态分析，徐州师范学院学报（1）
- [10] 阎传海，1994：琅琊山的顶极群落与江淮地区的地带性植被，地理科学14（3），233~239
- [11] 阎传海、张绅、宋永昌，1994：南京地区森林植被性质的初步研究，植物生态学报19（3），280~285
- [12] 张天麟，1982：长江三角洲历史时期气候变迁的初步研究，华东师范大学学报（自然科学版）
- [13] 张福春等1977：近500年来柑橘冬死南界及河流封冻南界，载“气候变迁和超长期预报文集”，中央气象局研究所编，科学出版社
- [14] 张丕远、龚高法，1979：十六世纪以来中国气候变化的若干特征，地理学报34（3），238~247
- [15] 浙江森林编委会，1993：浙江森林，中国林业出版社

# 我国生物资源现状及持续利用对策

王祖望 蒋志刚

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

生物资源是人类赖以生存和发展的物质基础,是可更新资源。它与矿物等不可更新资源相比较,如果利用不超过资源的更新量,生物资源便可再生更新,达到持续利用,进入良性循环;如果利用超过资源更新量,以竭泽而渔、杀鸡取卵等掠夺方式利用生物资源,则人类必然面临大自然的严厉报复,导致生物物种的濒危、灭绝,进而使生物资源枯竭,从而破坏了人类赖以生存的物质基础。

生物资源对人类具有现实的经济价值和间接的环境美学价值。它的现实价值是直接使用或经过商业性活动成为产品,在市场上流通,这部份生物资源产品(食品、药品、工业原料、生化制品等等)对国民经济发展有巨大的影响。而生物资源的间接价值之一是其不可估量的环境功效。众多生物种类作为生物圈的一部分,吸收、转移、累积和降解各种污染物,不断净化人类的生存环境,参与氧气、二氧化碳和地球化学物质循环,从而支持了包括人类在内的生物圈。其次生物资源在文化、社会美学等方面也有着重要的价值,如许多观赏野生动、植物种类,美化了人类的生存环境。

我国地跨寒温带、温带、暖温带、亚热带和热带,是世界上生物资源最丰富的国家之一。我国生物种类约占世界总数的十分之一,有高等植物近3000种、苔藓2100种、蕨类2600种、真菌和地衣4000种、脊椎动物4500种、无脊椎动物20万种(包括昆虫15万种),酵母则占世界所有种类的1/4。以高等植物和兽类为例,我国的高等植物种类仅次于巴西和哥伦比亚,居世界第三位,兽类约594种,居世界第一位。此外,由于独特的地质演化历史,在我国生存着许多北半球其与地区早已灭绝的古老孑遗种类,以及一些在系统发生上属于原始或孤立的生物类群,其中包括脊椎动物近6000种,如大熊猫、金丝猴、野马、野生双峰驼。植物类群达250个属,如苏铁科、银杏科、麻黄科植物等,它们常被称为活化石。

我国虽然有得天独厚的自然环境和种类丰富的生物资源,但由于人口众多,人均生物资源占有量相对匮乏。加之群众对生物资源保护意识很差,资源保护法制不完备,生物资源开发利用水平低下等等因素,导致生物资源破坏严重。历史上中国森林覆盖率曾达到50%。现在只有12%。热带、亚热带森林迅速消失,全国山地丘陵2/3以上面积裸露,森林多呈岛屿状,分散在大面积退化环境之中。全国水土流失面积已达150多万平方公里,约占国土面积1/6,退化草场占可利用草场面积的1/4,国土沙化面积达1.26亿公顷,盐化面积达0.27亿公顷。由于生物种类栖息地丧失,环境污染已导致中国部分动物、植物和高等真菌濒临灭绝。加之,经济高速发展,人们对生物资源需求急剧增加,那种只顾眼前利益掠夺式利用生物资源现象屡禁不止。据统计中国受严重威胁的物种占整个动植物区系成分的15—20%,已有398种脊椎动物、1009种高等植物列入濒危物种名录。根据生物群落和食物链的研究表明,



某一种生物往往与10—30种其它生物（如动物、真菌）相共存，任何一种生物灭绝将会引起严重的链锁反应。照此推算，现今我国3000种植物濒危，则会有3—9万种生物的生存受到威胁。这种链锁式的生物物种灭绝危机正在威胁着人类的生存基础。因此，保护现有生物资源，使之能持续利用，不但为我国当前高速发展的经济建设服务，并为子孙后代留下可供发展的生存物质基础，已成为我们责无旁贷的任务。

我国是人类文明的四大发祥地之一，中华民族的文化历史源远流长。我国古代有许多具有远见卓识的政治家、思想家和科学家，对保护和利用生物资源提出了正确主张，广大劳动人民在生产实践中也积累了宝贵的经验。周朝时天子、贵族都有不同范围的禁猎区，规定“天子百里，诸侯四十里”，不许入内砍伐捕猎。据“周礼”记载，国家专门设置管理机构 and 人员，如“山虞”是掌山森之政令；“迹人”是管田猎之令；“囿人”是管野生动物资源。周文王的苑囿“灵台”，负责驯养鹿、鹤、鹭、鱼等多种动物；秦汉时代规模浩大的“上林苑”中饲养的兽类中就有大熊猫；此后如晋代的“灵禽苑”，唐代的“华清营”、“元代的“琼花岛”，明代的“西苑”，清代的“避暑山庄”等，在客观上都起了保护生物资源的作用，其它如名山大川和少数民族的“龙山”、“风水地”，以及宗教文化胜地都是古代生物资源保护的雏形，是中华民族对保护祖国生物资源的朴素形式。随着科学技术的迅速发展，人类对自己生存的星球—地球的认识逐渐深化，尤其是进入80年代，最强有力的信息之一就是“持续发展”这一新概念的普及。

所谓“持续发展”已被定义为“现阶段的生产力提高和社会进步既满足现代的需要而又不损害后代的发展能力”。通俗地说，即人类在利用生物资源满足现在的需要时，不得损害子孙后代可利用的生物资源量。这就需要对生物资源进行科学管理，以保证对生物资源的开发利用不超过其种群的再生能力，维持种群和最大持续产量。既造福于当今的人类，又不给子孙后代留下隐患。这是当今国际社会关注的一个热点，也是持续发展的关键限制因素，它往往与区域的自然环境和物种特征有关，也与各国的经济发展水平、生物资源开发程度以及民众科技知识水平有关。

我国人口众多，人均生物资源占有量小，这一基本国情决定了我国只能走资源节约型的发展道路。为保证我国生物资源的持续利用，今后应采取的措施和对策可概括为以下几个方面。

(1) 加强重要生物资源的保护研究，建立重要物种种质资源库。采用低温保存技术和生殖工程保护动物种质资源已在国际上引起广泛的兴趣，并不断付诸行动。目前在美国、西欧和日本等国家及地区已建立了国家野生动物细胞库（冷冻动物园，Frozen Zoo）和植物种质库。美国圣地亚哥的野生动物细胞库几十年来已冻存了300多个重要物种的细胞系。中国科学院昆明动物所细胞库作为国内唯一的野生动物细胞库，已冻存了近150种重要野生动物细胞系，此外还收集了92个物种的360多份组织。保存种质资源和遗传资源为未来的研究和应用以至灭绝物种的复活提供可能，这无疑是一项功在当代，利及千秋的事业。

此外，建立自然保护区（包括国家公园）和动物繁育中心是保护重要物种的有力措施。目前我国已建立各级保护区共894个，进行动植物迁地保护的植物园110个，动物园及繁育中心近50个。这些基地对重要物种的保护起到了积极的作用，但我国自然保护区仅占国土面积的6.9%（发达国家为10%），而我国大多数自然保护区面积偏小，60平方公里以下的占总数55%，这些保护区对生物资源真正的保护作用还有待评估。

(2) 用高新技术建立资源节约型的新型生物产业，这是我国生物资源持续利用的核心

问题之一。生物资源的开发利用要依靠现代生物技术的最新成果,例如,通过现代冷冻技术有郊保存动、植物的种质资源(种子、胚胎和精子、卵子等);通过遗传学手段,使珍稀动物避免近亲交配,提高种群生存力。此外利用高新技术分析生物资源的化学成分,探讨高效、综合利用的新途径。尽力改变目前我国生物资源开发中技术档次很低,综合利用不够,资源浪费惊人等弊端。

由于我国重要生物资源大多分布在边远贫困地区和乡村地区。通过重要生物资源基地建设和开发,带动边远贫困地区和农村的经济发展。这样,从根本上解决资源的来源,保证产业化的正常发展。产业化发展以及产业的开发,可能成为21世纪人类利用生物资源的主课题。

(3) 尽快进行生物资源法制化管理,这是实现持续利用的根本保证。《中国21世纪议程》指出:“可持续发展有关的立法是把可持续发展战略付诸实现的重要保障”。我国在生物资源立法和管理方面虽然已做了大量工作,但形势仍然是严峻的,1994年云南西双版纳国家保护区中19头大象惨遭猎杀就是一例。野生动、植物滥捕乱采,非法贸易和全国各地野生动物消费风累禁不止,反而愈演愈烈,极大地破坏了我国生物资源,也影响了我国国际声誉。为此,生物资源的保护应纳入国家政策和立法规划,对生物资源的保护和利用,必须做到有法可依,执法必严,违法必究。这不但对全球生物资源保护作出我国应有的贡献,也关系到我国的国计民生和经济持续长久发展的后劲。

(4) 开展长期、持久的保护生物资源的普法宣传和教育,不断提高全民族保护野生生物的意识。保护野生生物资源已成为衡量国家文明的一个重要标志。笔者在国外工作和学习期间深深体会到国外公众对野生生物挚爱的程度,有一次周末我们驾车去郊游,途经一个小湖边,发现一只天鹅卧在岸边,左翅拆断,他们立即进行包扎,并当即中止郊游,驾车返回城里找到一家兽医院,说明情况后兽医院立即收留这名“患者”。一个月后天鹅痊愈,他们兴高采烈驾车将天鹅送回到湖边。依依不舍地把它放在水里,当天鹅拍拍翅膀向湖里游去时,大家不禁欢呼起来。这件小事给我内心的震动很大,如果在国内这只天鹅是否会有同样的命运呢?……

开展普法和爱护野生生物资源的教育应从小学抓起,在小学、中学和大学生中应广泛开展人类与环境、生物资源和环境保护的法规教育,使青少年在进入社会前就受到系统的教育。此外,应利用报纸、电视、广播等媒介,广泛开展生物知识、各项法规法令的宣传普及。做到家喻户晓。

(5) 开展生物资源持续利用技术的示范推广。对我国已有的传统生物资源高效利用模式和新建立的生物资源持续利用模式,要因地制宜进行示范推广。首先应在生物资源丰富,当地居民对生物资源依赖程度高的地区,开展生物资源持续利用技术示范推广,并与生物资源新产业的开展基地紧密结合起来。

(6) 继续重视生物资源的调查和应用基础研究。加强重要生物资源的调查、监测及评估,建立生物资源经济信息库与网络系统建设。挖掘新的生物资源,探索利用生物资源新途径。目前我国生物资源利用对象过于集中,利用途径单一,综合利用十分薄弱,从而导致浪费惊人,这些问题只有通过应用基础研究逐步解决。

总之,我国的国情决定了中国只能走资源节约型发展道路。让我们珍惜大自然赐给我们的每一个生物物种,让有限的生物资源不仅满足当代的需求,也为子孙后代的幸福留下一笔宝贵的财富。



# 持续发展对科学技术的要求及生态学面临的挑战

李文华

(中国科学院自然资源综合考察委员会, 北京 100101)

## 1. 持续发展对科学的要求

持续发展概念的产生, 既反映了社会发展的需要, 又是科学进步的结晶, 而持续发展的实现与运行又需要科学技术的支持。因此, 在联合国环境与发展大会(UNCED)通过的21世纪议程中, 对科学技术在推动和实现持续发展中的作用给予了很大重视。在绝大多数章节中本身就包含了科学技术的行动计划, 特别是其中第35章专门对科学促进可持续发展的问题进行了论述, 并提出科学应着重从以下四个方面对持续发展进行支持和帮助。这四个方面是:

- 1.1 加强促进可持续管理的科学基础;
- 1.2 增进科学对可持续发展的了解;
- 1.3 改进长期科学评价;
- 1.4 增强科学的能量与加强能力建设。

自里约会议以来, 各国政府、联合国系统、国际组织和科学社团在国家、地区和国际水平上制定了相应的政策, 并开展了大量的研究项目。联合国持续发展委员会和国际科联等国际组织于1995年分别召开了会议, 对环发大会后科研工作的情况进行了总结, 并对今后工作的展望提出了设想<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>。我国是在世界上第一个制订本国21世纪议程的国家<sup>(5)</sup>。我国21世纪议程对科学技术在实现持续发展中的作用给予了很大关注, 并在第六章, 教育和能力建设中提出了具体的行动计划和确定了优先项目。关于生态学对持续发展的作用及其应有的贡献, 全国第一届持续发展与生态学学术讨论会上已有许多综合论述<sup>(6)(7)(8)</sup>。本文拟就近年来国际上的进展进行概括的介绍, 并对生态学面临的任务谈一些个人看法。

## 2. 环发大会后科研环境持续发展的进展情况

环发大会后, 有关国际组织开展了大量的活动。但是从国家的水平上来看, 发展很不平衡, 特别是一些发展中国家由于缺乏进行这方面研究的人才和资金, 从而无法满足应用科学技术来解决国内环境与发展问题的需要。这种情况也限制了他们积极参与有关地球系统的研究计划和参加到有关全球环境的国际公约中有效地发挥作用。但从总的来看, 取得的进展还是令人鼓舞的。表现在以下几个方面:

## 2.1 国际组织发挥了重要协调组织作用

在这里需要指出的是一些联合国系统和国际上具有影响的学术组织和计划,在联合国环发大会以后,进行了很多努力。他们在原有的工作基础上,进一步明确了国际分工,并在其研究项目上根据持续发展的要求在科学技术方面进行了调整。如在粮食、农业、渔业和林业方面主要是通过联合国粮农组织(FAO)进行协调。在工业方面由联合国工业组织(UNIDO)、健康与卫生方面由世界卫生组织(WHO)、农业气象气候和天气预报由世界气象组织(WMO)、基础科学、社会和环境科学由联合国教科文组织(UNESCO)和联合国环境规划署(UNEP)以及联合国大学(UNU)等分工在各自领域中确定有关持续发展的研究项目。许多非政府组织如国际科联(ICSU)及国际社会科学联合会(ICSS)在对全球变化的研究组织协调和能力建设方面发挥了积极的作用。世界自然保护联盟(IUCN)通过下属的专业委员会,利用其在世界广泛分布的科学家网络,对持续发展的理论和行动框架以及生物多样性的保护方面继续起着指导性的作用。在农业方面,国际农业研究中心(CGIAR)在世界银行、FAO和UNDP等许多组织的支持下,在推动持续农业方面发挥协调的作用,同时扩大了其下属机构的范围,把在持续发展中发挥了积极作用的国际农林复合经营理事会(ICRAF)吸收为其直接下属的机构,使其在农业持续发展方面涵括了更为全面的领域。

除此以外,最近发起了两项新的重要的政府间活动,对加强发展中国家参与21世纪议程的科研工作具有一定影响。其一是在1994年10月在巴基斯坦Islamabad成立的南方科学技术委员会(COMSATS)。该委员会有49个国家参加,由巴基斯坦总理担任主席,它的主旨在于对科技能力建设方面具有创建性的倡议提供政策和经济的支持。巴基斯坦已提供100万美金作为启动基金。在其召开的第一次会议上决定在南方建立20个中心并成立南方科技网络(COM-SATS)。其宗旨在于进行北南和南南合作,以便能加强科技能力。第二项重要的政府间合作计划是在1993年成立非洲发展科技管理的总理论坛。1993年论坛在Maputo召开的第一次会议上决定建立非洲科学与发展基金会,对持续发展方面的科学研究工作给予优先支持。

## 2.2 在加深对可持续发展的深入了解方面,目前开展了大量的研究工作,其中包括:

- 开展科学研究,加深对地球承载能力的了解。这种承载能力是由生物-地球化学循环、大气圈、水圈、岩石圈、冰冻圈、生物圈系统以及生物多样性与自然系统、农业生态系统和其它陆地生态系统等自然系统的相互联系和相互作用。

- 研制并应用新的分析和预测手段以便能更精确地对人类活动、人口增长及其对自然系统的影响进行更为精确的评价。

- 把自然、经济和社会科学结合起来进行研究,以便更好地了解经济和社会行为对环境的影响以及环境退化对地方和全球经济的影响。

在研究地球系统方面的主要国际计划正在顺利进行,其中许多都包括生态学研究的内容。其中具有重要影响的国际计划有:

- 国际地圈生物圈计划(IGBP, ICSU);
- 世界气候研究计划(WCRP, WMO/UNESCO/ICSU);
- 生物多样性研究计划(DIVERSITAS, IUBS and UNESCO);
- 全球气候监测(GAW, WMO);
- 国际水文计划(IHP, UNESCO);



- 农业生态系统、陆地生态系统和淡水生态系统 (FAO, UNEP, MAB of UNESCO);
- 岩石圈计划 (IGBP, IUGS and UNESCO);

在研究中建立起的全球性的网络系统有

- 全球气候观测系统 (GCOS, WMO, UNEP);
- 政府间海洋委员会 (IOC);
- 全球海洋观测系统 (GOOS, IOC, WMO 和 ICSU);
- 全球陆地观测系统 (GTOS, UNEP, UNESCO, FAO, WMO and ICSU);

在自然科学与社会科学的综合方面有些进展不够理想, 其中需要提到的是国际社会科学委员会人类与全球变化计划 (HDP), 以及联合国教科文组织的人与生物圈计划 (MAB), 后者在联合国环境与发展大会后重新调整了研究方向, 加强了生物圈保护区网的工作和多学科研究的力度。

除上述科学领域外, 在持续农业方面开展了许多工作。FAO 近年来加强了在景观尺度上的持续发展项目的研究, 其中既有小范围的农林复合经营的网络性研究, 也包括地区性的小流域治理项目, 以及包括跨地区的宏观对比。在研究中强调打破部门界限, 采用综合的方法, 并鼓励群众的参与。在这些开展的项目中, 培训和教育方面的能力建设都给予特别的关注。

### 2.3 推动长期科学评价

这项工作的目的是在国家、亚地区、地区以及全球的尺度上对重大的环境和发展事件的现状和趋势进行评价。这些评价是以现有的知识和资料为基础, 为持续发展制订决策。国际气候变化计划 (IPCC) 是这方面的一个成功的范例。该委员会对气候变化及其潜在影响进行的评价为各国政府制订相应的政策提供了珍贵的信息。另外 WMO, UNEP 对平流层  $O_3$  的动态评价, 对温室气体的评价, 海洋污染科学评价组 (GESAMP) 的评价系统等, 都做出了积极的贡献。在过去几年中, UNDP, UNESCO, UNEP 以及许多非政府组织如世界资源研究所 (WRI) 和世界自然保护联盟 (IUCN) 都对世界资源发表了许多有价值的统计数据 and 研究报告。对持续发展的指标也开展了相应的研究。

### 2.4 加强机构间的合作

在 UNCED 大会之后, 持续发展机构间合作委员会 (IAESD) 在促进不同机构与组织间的合作和协调进行了大量的工作。首先是加强信息交流, 然后是设法增加这种合作的数量和质量, 进一步则是在条件具备时发展合作研究计划。其最终的目的是避免重复, 使有限的人力和物力资源集中在共同关心的国际行动上来。

在科学研究方面, 这种合作主要是通过发展国际研究项目, 加强跨部门、跨学科的参与来实现的。

### 2.5 加强科学技术的教育与培训

UNEP 与 UNESCO, UNIDO 和一些大学合作, 为各国环境管理部门的干部举办了一系列的培训班, 使参加学员能掌握环境保护方面的生态知识和先进技能及管理手段。其中包括仿真模型和环境结算的新方法等, 其最终目标是使发展中国家能根据自己的需要来自行组织地区的和国家的培训工作。

最终 UNESCO 开展了以“2000+”为代号的普及科学技术的计划。其目标是把有关持续发展的科学技术普及到儿童、青年和成年人中。这是一项跨组织的计划，UNICEF、UNDP 和 UNEP 以及世界银行、ICSU 和其它一些非政府机构也参加了这一计划。

世界银行表示愿意支持在南方不同地区建立20个中心进行专项研究。特别是在农业、环境和工程科学领域。每个区或国际中心要与其有关国家的中心构成网络，进行对科研人员的培训并推动研究与发展。各个地区中心再联成全球性的网络。这一网络的中心是 CGIAR 的国际农业研究中心。其它的国际组织如 UNESCO、UNIDO 和 WMO 等也被邀请参加。

为了加强有关21世纪议程的另一项新的举措是最近开展的持续发展研究和能力发展的全球论坛（Bellanet），其第一次会议是在意大利的 Bellagio 召开的。该项计划的主要任务是加强信息交流和加强双边、多边的合作。这一倡议是加拿大的 IDRC、MacArthur 基金会、Rockefeller 基金会、瑞典 SAREC（Sweden）和世界银行在与联合国有关机构和双边援助国的协商下开展起来的。

## 2.6 持续发展科学的财政支持

持续发展委员会在1994年3月6—8日在纽约举行的第二届会议上对持续发展的财务问题进行了专门的研究。到目前为止，发达国家已有相当的经费用于这项研究，而发展中国家则需要增加财力资源以满足科学和发展方面的需要。

现在持续发展的财政支持首先是依靠各国政府、工商企业，以及基金会和非政府组织的支持。但在大多数情况下，并没有把一般用于研究和发展的经费与专门用于持续发展方面的分别出来。在1994年 UNESCO 发表的世界科学报告中指出许多工业化程度高的国家用于研究的经费达整个国民生产总值的3%，而一些发展中国家则大大低于此数字。

发展中国家在科研方面一个财政渠道是通过开展双边合作，但是专项的援助越来越引起人们的关注。特别是对于能力建设方面的长期的财政支持就更加困难。联合国系统的一些组织诸如 FAO、UNESCO、UNIDO 和 UNEP 以及世界银行和地区性的银行对持续发展的科学能力建设作出了很大努力。为了实现向持续发展转变的中期战略，比较现实的方法是开展亚地区合作。因为亚地区的国家往往具有许多共同的特点。利用有限的人力和物力资源，开展这方面的合作将比对单个国家的支持更为有效。东非、南非、西非、加勒比地区、兴都库什喜马拉雅地区等，就是开展亚地区合作的例证。

## 3. 生态学在持续发展面临的挑战

持续发展概念的产生是人类长期在科学发展和生产实践中总结了正反两方面的经验的结果，是许多自然科学、社会科学以及技术科学摆脱了其学科局限达成的共识。其中，生态学在这一过程中发挥了重要的作用。特别是最近30—40年来，生态学通过其自身的发展以及在国际范围内开展的国际生物学计划（IBP）、人与生物圈计划（MAB）以及在国际自然保护联盟（IUCN）、世界野生动物基金会（WWF）等国际组织中所团结的一大批杰出的生态学家的工作和宣传揭示了生命支持系统功能的局限性及其稳定性正在受到严重威胁的事实，为持续发展道路的探索奠定了基础。而人类生态学的发展和自然—社会—经济复合生态系统的研究和调控方面取得的初步成果，也为人们对当前全球、地区和国家水平上实现持



续发展的可能性增强了信心。从另一方面来说,持续发展概念的提出和应用,又给生态学学科的发展提出了许多新的问题,它不仅要求生态学在研究优先项目的选择和研究方法手段上不断创新以适应当前形势的需要,也要求在研究的层次上从个体—群落—生态系统向区域、国家、地区以至全球发展;在研究的对象上,生态学正在进行着从以自然系统为主向自然—社会—经济系统的转变;在学科的界限上要求突破原有的范围,与相邻的自然科学和社会科学、经济相互渗透,协同作战。在研究的方法上,正在把传统的生态学方法与现代化的手段,以及民族的世代相传的经验结合起来,从研究的时段上来看,持续发展的实践要求生态学对现代系统的描述与系统过去的历史的重建和未来发展的预测结合起来。通过这一系列问题的逐步解决,生态学将得到自身的发展,并升华到一个新的水平。

近年来,我国生态学研究以原有的工作为基础,结合持续发展的要求,在实现我国和全球范围的持续发展方面进行了卓有成效的工作。其中特别需要提出的如陆地生态系统与全球变化的研究;生物多样性的保护与利用;生态系统结构与功能的研究和全国性监测与科研网络的建立;退化生态系统和荒漠化治理的研究;生态农业(持续农业)的发展和复合系统的研究以及区域性自然资源开发与保护的策略研究等取得的成绩与进展。值得欣慰的是,生态学的一些基本原理已逐渐成为实现持续发展的指导思想,并开始为广大阶层的人们所接受。我国生态学工作者在国际领域的多边和双边合作的生态学研究项目中愈来愈发挥积极的作用。但是从生态学作为一门学科来说,随着持续发展的概念进入社会发展的实践,在应用的过程中又为生态学提出了新的挑战 and 机遇,概括的来讲,至少要在以下几方面有待深入和创新:

- 3.1 持续发展的指标体系和评价方法的建立;
- 3.2 不同地理水平自然系统(生态系统、景观单元、区域、国家、地区和全球)的功能及其对人类活动影响的承载能力;
- 3.3 主要生态系统的多样性、稳定性及其对全球变化的响应的预测;
- 3.4 不同空间尺度的社会—经济—自然复合系统的发展模式的评价和持续发展模式的建立与调控;
- 3.5 生态环境退化的机理与重建(恢复生态学)的理论和途径;
- 3.6 资源环境价值的生态—经济学鉴定方法与规范;
- 3.7 生态保护和利用的传统经验总结与提高;
- 3.8 生态、环境与发展的政策与法令的制订;

为使生态科学的研究适应于持续发展的要求,在学科发展的战略及其实施方面需要进行一系列的改进与调整。

(1) 生态学科发展的战略规划:为使生态学发展适应学科发展和社会发展的要求,定期地评价并制订学科发展的战略规划,确定需要研究的重点内容和优先项目,不仅对学科自身的发展至关重要,同时对国家科研计划的安排和基金项目的选定提供重要依据。

(2) 加强多学科的综合研究:这是一个普遍赞同,但尚缺乏完善经验的话题。随着持续发展概念的提出和进入实施阶段,这一问题比任何时候都更加尖锐地摆在资源环境和生态学工作者的面前。为此,需要第一是思想观念的统一认识,第二是要找到多学科综合研究的结合点,第三是要适应与综合研究相适应的组织形式,最后还需要研究工作者逐渐形成学科间相互合作与配合的良好学风与规范。

(3) 加强学科的能力建设:为使生态学能满足可持续发展的要求,必需具备足够数量的、具有生态知识和技能的专业人才。为此,在各级学校中加强生态知识、生态专业人才的培养有重要意义。同时对非专业人员和专职干部以及群众进行有关的生态知识的培训,提高全民的生态和环境意识是实现可持续发展的保证。目前,我国也和其它大多数发展中国家一样,存在着人才的外流问题。解决这一问题的办法,一是从政府方面尽可能地解决科技人员的工作条件,二是采取“海内外兵团”联合作战的策略,把海外学子的报国之心与巨大的潜力充分地调动和发挥起来。

#### (4) 加强与生产单位的结合,加速成果的转化:

生态学来源于生产实践,但是在其发展过程中经过多次曲折,在当前可持续发展的实践中应当发挥其第一生产力的作用。为此,很重要的一点是生态学不仅要源于社会生产,更要使其研究的成果尽快地向生产转化,或发挥环境社会效益。把传统的研究—论文—评奖—研究的模式转化为生产—科研—成果转化—生产—科研的模式。

(5) 加强信息系统交流,改进通讯手段:为使生态学适应新形势的要求,必须加强信息交流的范围和力度,同时对大量的信息进行有序的管理。除了要采用传统的通过文献刊物、学术会议等交流方法外,还应采取更为便捷的交流方法,特别是通过 E-mail, CD-RAM 等通讯手段在全国建成生态通讯与交流网络,进行快速的信息传递和利用计算机对话进行学术交流。同时应积极通过 Internet 与国际接轨。

(6) 多渠道筹集科研资金:除了更充分利用传统的科研基金渠道外,要更加主动地争取国际资金的支持,包括从国际组织、多边和双边合作的项目中争取资金的支持。争取各种基金会和企业的支持也是今后应该努力探索的渠道。

(7) 积极参加国际合作:国际合作包括一般的信息交流和合作研究。通过交流与合作一方面可以汲取国外的先进经验,另一方面也可以把我国在生态领域的成就包括我国特殊的区位优势和传统的民族经验(都是当前可持续发展中很有价值的信息)向国外介绍。近年来,我国在国际合作方面虽然有了很大的发展,但与我国的国情和综合实力相比,其合作的范围和规模均低于非洲和亚洲其它的一些发展中国家的水平。为此,一方面要更进一步了解国际合作与资助的渠道信息,一方面要在立题的项目书上多下工夫,第三是要使一些青年学者有机会到国际重大计划和科研协调组织中去任职和锻炼,以便增加我国在国际组织中的影响,并学习国际计划和组织的管理经验,更好地促进我国生态事业的发展。

## 参 考 文 献

- [1] 联合国环境与发展大会(UNCED). 21世纪议程:联合国环境与发展会议文件汇编,国家科委社会发展科技司编,1992
- [2] UNEP, Convention on Biological Diversity (Environmental Law and Institutions Programme Activity Centre), 1992
- [3] UNCED, United Nations Framework Convention on climate Change 1992
- [4] United Nations Economic and Social Council, Science for Sustainable Development, Report of the Secretary General, Commission on Sustainable Development, 1995
- [5] China's Agenda 21—White Paper on China's Population, Environment, and Development in the 21st Century, Adopted at the 16th Executive Meeting of the state Council of the People's Republic of China, 1994, Beijing
- [6] 陈昌笃. 生态学与持续发展. 全国第一届持续发展与生态学学术讨论会论文汇编
- [7] 李文华、郎一环, 持续发展的资源对策及生态学, 全国第一届持续发展与生态学学术讨论会论文汇编, 1993
- [8] 云正明. 持续农业发展的生态学与伦理学问题. 全国第一届持续发展与生态学学术讨论会论文汇编



# 我国农业科技发展现状与生态农业发展趋势

孙鸿良

(中国农业科学院作物所, 北京 100081)

## 1. 我国农业科技发展现状

### 1.1 我国农业科技成就及其在农业总产值中的贡献率

我国农业适用新技术研究成果显著。按农业部最近报道, 建国以来育成并推广应用的作物新品种4000多个, 已使主要作物品种更换了3—5次, 在粮棉油等农产品增产中贡献额达到20%以上; 测土配方施肥使一些地区提高了肥料利用率, 改变了过去当季利用率在30%以下的状态; 节水灌溉已使北方1000多万亩水分利用率提高30%左右, 增产20—30%; 畜禽改良及工厂化饲养技术使畜禽增产30%以上; 重大动植物病虫害综合防治技术, 每年挽回粮食损失150亿公斤; 推广配合饲料节约了粮食70亿公斤; 地膜覆盖推广3.83亿亩, 增产值576亿元等等。此外, 区域农业综合技术攻关, 在农业部建立的50个农业综合试验示范区中开展联合技术攻关以及生物技术多种贡献等, 皆取得了显著效益。总之, 农业高新技术正逐步壮大并向实用化发展。而在农业生态学领域中应用到农业生产第一线去最多的是种群生态学, 胁迫生态学, 区域生态学, 经济生态学, 系统生态学以及生态工程学等。

应当指出, 我国科技贡献率与发达国家相比有较大差距。农业科技在农业总产值中的贡献率, 我国近年约占30%, 发达国家为60—80%; 科技成果转化率我国约30—40%, 而一些发达国家在60%左右; 灌溉水利用率和(氮)化肥当季利用率, 我国均不足40%, 发达国家可达60—70%或以上; 近年来我国农业科技缺乏突破性重大成果, 新品种与新技术更新速度减缓, 对出现重大病虫害不能及时提出有效防治对策; 农业增产对物质投入增加的依赖程度仍然过大, 对遥感、计算机等高新技术在农业上应用尚很少等等。

### 2.2 农业生态学面临严峻挑战

上述我国科技贡献率与发达国家相比有较大差距, 究其原因, 主要是科技投入总量不足与利用效率欠佳并存。偏重实用硬技术也是原因之一。令人注目的是, 我国人口众多, 资源短缺及对环境压力使我国农业越来越走入困境。如何走出困境面临的挑战, 农业生态学全面大显身手的时刻已经到来。据美国世界观察研究所的《世界情况报告》中说: 中国的困境在于它人口众多和全球资源的占有份额小得多。它的资源与美国大致相同, 但人口是美国的4.5倍。尽管存在这些局限, 但中国作为一个相对贫困的农业国管理得相当好, 最近10年来它在减少贫困, 改善营养, 向本国人民提供保健和教育等基本福利方面取得了重大进展。但是, 由于其经济规模大约每8年翻一番, 因此中国的资源短缺有可能成为阻碍其发展计划的

严重障碍。最终又说：中国面临挑战是一条保护自身环境的质量又不对世界资源提出过多需求的道路。又说，中国面临的挑战就是全世界面临的挑战。中国科学院院长周光召指出中国只能走资源节约型发展道路。他说，我们再也不能无节制地耗费有限的资源，必须有计划地控制人口、保护环境、节约资源。又说，我们既不能走西方高消费资源之路，更不能浪费现有资源，我们只能走资源节约型发展道路。

资源节约型道路的内涵是什么？我们认为一是对资源保护性的高效利用；二是对二次（第二性）资源的再生利用，三是对资源环境与区域生态的统筹部署。这恰恰是当今在国内发展较快的受到农民欢迎的经济效益与生态效益统一的生态农业或农业生态工程所将作出的更大贡献。

## 2. 我国生态农业与农业生态工程的兴起与发展

“生态农业”一词系农业生态工程的简称，这是1981年马世骏院士在北京举行的生态工程学术讨论会中提出的。也可以理解生态农业是方向，农业生态工程是具体模式与技术体系。

### 2.1 生态工程产业背景

生态工程是在本世纪六十年代以来全球生态危机的爆发和人们寻求解决危机对策和资源环境保护的宏观背景下应运而生的。它是应用生态学中一门多学科渗透的新分支边缘学科。

六十年代以来的全球生态危机表现为人口激增、资源破坏、能源短缺、环境污染和食物供应不足。所有这些虽然是人类面临的共同问题，但在不同国家和地区表现不尽相同。在西方发达国家中主要面临的是由于高度的工业化和强烈集约型的农业经营带来的环境污染问题。为解决这一问题，六十年代末、七十年代初人们曾认真讨论过“无废物”（Zerodischarge）目标，意指完全消除污染，防止进入环境。当时人们对改善环境的技术笃信不移。后来，人们逐渐认识到由于种种原因运用常规方法不可能实现所谓“无污染”目标。首先，用于治理环境污染的人力、财力、物力是有限的，尤其在发展中国家更是如此，其次，当我们采用某种净化技术时有可能将污染物由一种介质转移到另一种介质之中去。为了降低污染、保护资源，人们试图运用生态系统的某些功能如生物净化功能以实现其目标，于是便产生了发达国家的生态工程研究。

在发展中国家，所面临的不是单纯环境污染问题，而是由人口增长、资源破坏、生产不足和环境污染共同组成的“并发症”。这些国家不但要保护资源环境，更迫切的是要以有限的资源生产出足够的产品，达到高产、低耗、高效以供养日益增长的人口。现实不容许这些国家仿效发达国家的发展模式，它们必须立足于本地资源和条件去寻求适合自己的发展途径和技术。生态工程恰恰提供了这样一种适用技术。

生态工程在我国的提出和发展不是偶然的，不仅基于我国人口多、劳力多这一现实状况，而且做为世界上最大的农业国，我国有数千年精耕细作的农作传统和经验，如“轮、套种制度”、“垄稻沟鱼”、“桑基鱼塘”等的本身就是相当成熟的生态工程模式，因此也最有条件在此基础上向深度发展。可以认为，八十年代农业生态工程在我国蓬勃发展在某种意义



上是对我国传统农业精华的总结和发展,既适于我国国情,又符合发展需求。这是一种历史发展必然性。

## 2.2 我国农业生态工程研究特点

### ①研究对象更广泛、系统更综合

我国南方的多数生态工程试点都以农户或农村为单位进行农田与庭院相结合的生态农业建设,包括稻麦轮作、稻田养鱼、食用菌养殖、畜禽养殖、再生饲料工程、再生能源工程等方面,从而构成了一个结构多层次、食物链网络状的复合生态系统。

### ②我国在农业生态工程研究目标注重生态效益和经济效益的结合

强调提高经济效益是建筑在提高生态效益的基础上,强调农业生产与环境保护同步发展。农业生态工程试点中的绝大多数都在一定程度上实现两个效益同步提高的目标。

### ③注重传统农业技术和现代技术的结合

我国传统农业中许多精湛技术由于符合生态学原理,在今天的农业实践中仍被证明是行之有效的。上述稻田养鱼、桑基鱼塘,这些至少具有十个世纪历史的技术至今仍被我国南方许多地区广泛采用。而当代的生物技术、生态技术、化学技术、机械技术以及软科学技术在生态工程建设中常常与传统技术结合运用,不但易于被农民接受,而且更适合我国农业生产条件复杂与劳力资源丰富的特点。我国出现许多农业生态工程模式实质上是劳力密集与技术密集相结合的产物,是多项硬技术与管理软技术相结合的产物。

### ④较早得到政府重视,并制定政策法规加以导向

在我国从事于农业生态工程建设的部门众多,人员广泛,在社会上影响较大。自七十年代末、八十年代初以来,首先是科研机构和各大学的专家提供,其后得到了广大农民广泛响应和各级政府的支持。从政府方面,农业部和国家环保总局是两个主要部门来组织、协调我国农业生态工程的研究和建设。根据1990年统计,全国生态农业试点达700多个,较好的试点村场达227个。除西藏外,在全国有26个省、市、自治区正在进行的生态农业建设,覆盖面积28.7万平方公里,其中农田面积3138.5万亩,占我国全部农田面积的2.1%,林地面积129.2万亩,草场面积1636万亩,人口约2561.1万。目前,几乎在各省、市、自治区中都形成了生态工程研究的专门队伍。有50多个县、地区成立了生态农业建设办公室。1994年又成立了国务院七个部委生态农业县建设领导小组与专家组,并通过文件将发展生态农业作为政府行为。

⑤我国农业生态工程研究中理论研究跟不上实践发展需求,我国农业生态工程的理论和方法研究与现实的发展还有一定距离。一方面,我国农业生态工程模式在全国范围内种类繁多、形式多样,且随时间推移不断推陈出新地出现生产力水平更高的各种生态工程模式尚缺乏全面的总结和进一步的理论高度的概括,另一方面,我国的生态工程研究目前尚难象其他工程那样根据可靠的参数具体设计出令人满意的量化规范化的方案来。

## 2.3 当前我国农业生态工程研究发展趋势

### ①生态工程建设的范围和研究广度、深度将更加扩大与加深

我国农业生态工程研究与实践在短短十几年中成就是令人注目的,但对我国广大农村而言,目前建设的类型与规模还很少,很小。所涉及的类型和模式,只是我国众多生态工程

类型和模式中的小部分，其中水体立体养殖生态工程、节水农业生态工程、污水灌溉生态工程、保护地蔬菜生态工程，混林农业生态工程，土壤处理系统生态工程，农业废弃物资源化再循环利用生态工程，大型畜牧场粪便处理环境治理工程以及水土流失，小流域治理工程等尤方兴未艾。今后，随着研究机构和队伍的建立、健全和研究力量的加强，研究范围将更广泛与加深，成果推广的面积将更大。这也是我国农业发展的现实对生态工程研究提出的客观要求。

②研究内容将向着规范化和区域化的方向发展 迄今我国的农业生态工程研究主要着重在两个方面：第一，对农民自发建立的生态工程类型、模式和效益的调查与分析；第二、县级农业生态系统的设计与规划。两方面的工作都只是研究的开始，规划工作也欠具体，并缺乏配套技术，使可操作性差。此外，农业生态工程样板组分不够充实，各组分之间接口不力，整体效应与功能发挥不够。因此，需要更加深入、细致地研究一个个具体的农业生态工程模式的结构、机理与技术规范，针对其特征设计出更具更大生产潜力的与现实可行性的方案来。此外，还应在调查、分类的基础上，对各类生态工程模式进行更为规范化的设计，改造与进行区域性规划。这将是一项长期的、艰巨而繁重的工作。

③组织路线上建立更多的专业研究组织和机构，以及进行不同部门、机构的大协作 为了满足我国农业持续发展的需要，仅靠现有的研究力量是远远不够的。为此，在全国范围内建立更多的生态工程的研究机构和组织，配备更加精尖的研究人员和设备的同时，将对已有的研究条件充分发挥其应有的作用。过去机构间孤军作战，力量既薄弱还出现种种重复。因此，就目前状况而言，更为迫切的是统一协调各机构间的综合研究工作，使不同项目相互配合协同作战，协作攻关。

④我国的农业生态工程的研究和建设将更加密切地与生态农业工业化相结合

农业生态工程所涉及的仅是农村的大农业部分。随着我国农村产业分化，非农产业比重将不断上升，非农经济在农村经济生活中的地位将不断提高，农村产业的综合发展将对两种经济同样起到促进作用。在此，农业生态工程能否很快发展则越来越取决于它能否与非农生产的第二、三产业的密切结合或是否在农业生态工程基础上发展成农村生态工程，而使生态农业工业化。

### 3. 中国生态农业基本原理

生态农业是按照生态学原理、生态经济学规律建立起来的社会、经济、生态三种效益统一的农业生产体系，也是模拟自然生态系统原理，以仿生学为依据的农业。生态农业的最基本原理正如马世骏教授所精辟概括的：“整体、协调、循环、再生”，我们又具体化提出下列12项原理。

#### 3.1 整体效应原理

农业生态系统是一个复杂的网络状的庞大系统，在这个系统内有能量流、物质流、信息流、价值流四种流，进行着转运、连结、交换与补偿活动，各组分间进行着反馈、负反馈作用；整体效应常因相互协调性而发挥更大生产力。因此，促使这一大系统的整体纳入良性循环的轨道，是人们决策的目标与调控的方向。将因“整体效应”强化而表现出高产与稳



定。人们要求的是能流的转化效率高，物流的循环规模大，信息流的传递通畅，价值流的增值显著。既然要求整体效应强烈，就要防止种种抵销功能的现象出现，一方面需将系统中各组分的组合关系调整合理，另一方面要在各个环节中将各种生态效率提高。生态效率提高的最终标志不只是某一作物或畜禽的单产提高，而是整个系统的总体生产力提高。

### 3.2 边缘效应原理

利用两个截然不同的生态系统之间的边缘地带（段），通过对两个系统的连结、渗透作用，以扩大能量转换与物质循环规模，从而使二者生态经济效益皆提高，这种功能原理在生态学上称“边缘效应”，或“边际效应”。“桑基鱼塘”模式从10世纪开始，一直沿革至今，就是因为上述边缘效应带来了两个系统功能皆优化而显示较强生命力所致，它是一种水域与陆地两个生态系统之间的连结，彼此进行着能量、物质交换与补偿，使系统内循环规模扩大，也藉此减少了外部能量物质的投入量，起到互补效果。

### 3.3 互惠共生原理

自然生态系统中有多种生物共生的现象，这是长期自然选择协同进化的结果。农业生态系统中各种群间，由人工诱导多种共生互利关系，加强了物质内循环作用，既提高生态效益，又提高经济效益，这常使化肥农药的用量自然降低，既防止因施用过多引起的污染后果，又缓解化肥农药供应量的紧张，很符合我国国情。稻田养鱼就是这种共生互利有模式。鱼食稻虫及杂草，鱼粪肥田，鱼疏通稻田空气与物质，稻为鱼提供了杂草与害虫的饵料，使稻鱼双丰收。

### 3.4 相居而安原理

相居而安不一定互惠，而是不同生物要求的环境条件不同，各占自己特有的生态位。作物种群多层立体结构，就是人工模拟群落学上相居而安原理而配置的生物群落。它们彼此无妨碍，但可以更充分利用光照温度等资源，在单位面积上生产更多产品。豫东的农桐间作、苏北的池杉与水稻间作、冀中的枣粮间作，以及许多地区的果粮间作等，皆是由单层种群转成多层种群的结构，一般光能利用率提高0.5倍。

### 3.5 群落演替原理

在自然生态系统或生物群落中，其发展总是不断地造成对其自身不利的生境条件而终于被另一类生物群落所代替，这种由一种群落被另一种群落所代替的现象叫演替。这一规律在农业上也不例外，例如每年重茬某一作物常使土壤某些元素失调，病虫害及田间杂草增多而迫使人们去改茬轮作。我国的轮作制是农田人工演替的一种常见途径，如麦棉套（轮）作，瓜棉套（轮）作，水稻小麦的水旱轮作，以及春棉花与秋绿肥轮作等等。生态农业要求不仅是一般性轮作，而要密切注意生境条件改变后的人工演替最佳方案，并通过多熟间套耕作制对自然资源能更加充分的利用。

### 3.6 自适应性原理

任一生态系统都有自适应能力与自组织能力，即遇到外界压力受损后在一定范围内能

逐渐自我恢复。一个农业生态系统的功能状态如何，一方面取决于人工塑的结构是否成功，另一方面又取决于其本身生物学过程的机能作用，应设法释放与调动其本身的自适应能力。不宜把农业搞成偏离自然状态太远的温室农业，不宜过分依赖于外界的附加能投入（包括农药、化肥等），而宜诱导去强化其本身的生物学过程。对外界“压力”所引起的灾害，在一定程度上要依靠生态系统自身的恢复力，增强其本身的自我适应能力与自组织调节能力来复生。强化生物学过程的途径很多，例如增施有机肥或作物与绿肥轮作，以培肥土壤，提高土壤生产性能有利于抗旱防灾。对旱春作物进行“绿苗”锻炼，可提高作物抗旱能力等等。

### 3.7 食物链原理

在自然生态系统中生产者、消费者与还原者组成了平衡的关系，因此系统稳定，周而复始，循环不已。农业生态系统由于其强烈的开放性，特别是我国对生产者的畸性开放度，使消费者、还原者常因条件不正常而受到抑制，使三者组成的关系失调，因此首先要在食物链关系上协调营养平衡关系。生态农业常以农牧结合为农业结构的核心，也就首先要求其营养关系得到调整。在食物链关系上，不仅要求一般饲料与畜禽需求之间的平衡，而且要求在再生饲料工程上找寻再生饲料来源，如沼渣饲料、鸡粪饲料、秸秆氨化饲料等，这也是生态农业的一个特色。

### 3.8 生态位原理

在宏大的农业生态系统中，生态位丰富、充实有利于系统组分多样化而带来稳定性强，生产力高。但在实际的农业生态系统中，常存在许多生态虚位，应当人工去填补。而这种填补是否成功，取决于人们对生态位的生态条件及其与周围关系认识的程度。例如引进美国籽粒苋填补青饲料不足的虚位，促进了一些地区畜牧业的发展，说明了广大农村缺乏优质的自产饲料，特别是优质青饲料。当填补了自产优质青饲料生态位时，对农牧结合经济效益有明显促进作用。

### 3.9 地域性原理

一定生态系统在地球上的分布是按照气候——土壤地带性规律所决定的。例如半湿润气候带内人工林木覆盖率一般不宜超过30%，要给天然草场与人工草场较大位置，这是由于其处在森林草原地带的地域性质所决定的。而豫东地区大田中桐树间作密度不可大于每亩平均3—4株，否则农作物受“胁地”影响大而减产，这是基于该区降水量年均700mm，春旱严重，又受浅层地下水资源有限等因素所制约。桐树太密会因蒸腾耗水作用过强而使农田作物旱情更加严重。因此必须首先了解具体地域的气候——土壤特征才能真正做到因地制宜。

### 3.10 限制因子作用原理

此是按李比希原理或谢尔福德定律而来。农业生态系统的开放度大，必须投入一定的附加能量与物质，才能维护系统输入输出关系的平衡。但生产上要求投入的种类很多，以满足限制因子的需求往往效果最大。所以附加能量既要投入又要适度，以最小投入发挥最大作用，也避免造成内耗与流失的浪费。令人注目的是我国80年代初期，每生产1公斤粮食所消



耗的工业能已达美国的90%，其中单位播种面积所消耗的化学N肥和化学农药已分别比美国高22%和1倍。所以在N素化肥与农药施量上已高于美国。而我国人均资源又很短缺，更应依最小作用量原理在投入类型及其效率上下功夫。

### 3.11 结构稳定原理

生态系统在长期进化过程中，其内部生物与生物之间，生物与非生物之间形成了较为稳定的结构，即生物与其环境之间是协同进化的。前已述及，农业生态系统是开放性的半人工生态系统，必须保持强烈的物质投入和物质输出关系。在农业生产中，如果某种物质投入量过大，则可能在生态系统中产生滞留而带来结构的非稳定态。例如化肥、农药的大量使用，会导致土壤板结、害虫天敌减少等致使生态系统结构破坏的现象；反之，如果物质输出量过大而补偿不足，则可能使生态系统的资源耗竭，也导致结构崩溃。例如农田的掠夺式生产、牧场过载、森林过伐都会导致生态系统的退化与毁灭性破坏。

### 3.12 效益协调原理

农业生态系统是一个社会——经济——自然复合生态系统，它具有多种功能与效益，不可只顾某一功能或某一效益。例如在开发利用三江平原时，如果只注重经济效益的获取而不注意保护野生动植物及我国特有的沼泽景观生态，而实行掠夺式生产，这不仅对于提高生态效益不利，而且经济效益也不能持续获得。因此，只有生态与经济效益相互协调，达到共同最佳点才能发挥生态农业的整体综合效益。除了进行经济核算外，还要将各种影响生态效益的因素也折为成本部分和效益部分，然后叠加进行统一的生态经济评判。

综上所述，生态农业在我国有很大现实性与可行性。同时，发达国家发展生态农业的目的，首先是保护生态环境，所以有时不惜牺牲经济利益（例如政府补贴）而发展生态农业。这对于发展中国家来说是不现实的。发展中国家发展生态农业的动因是发展经济与保护生态环境并重。

## 4. 生态村发展新趋势：生态农业工业化

最近我们考察了上海崇明县前卫村，他们有些经验值得借鉴。我们看到生态村发展的一个新趋势是生态农业的工业化生产、规模经营，这比以一家一户为单位的生态农户组合而成的生态村真正提高了一大步。整个生态村就是一个生态学农业的企业集团，是一个整体的生产单位。

前卫村位于上海市崇明岛上，这里土地资源特征是每年向海洋延伸的滩涂地使陆地不断扩大，但土壤贫瘠、盐渍，加之夏多台风，暴雨而使新垦沙质滩涂农业生产条件严酷。但在这样的土地上有一个279户，753人，面积3271亩的前卫村却创造了经济大发展的奇迹。1994年全村工农业总产值5200万元，利润600万元，人均创造年产值竟达6.93万元。尤其特出的是全村的村貌清新，真是四旁绿树成荫，鱼塘水石粼粼，大棚鳞次栉比，果园立体结构，民房楼阁幽静，鱼塘长堤垂钓。这里是水洁、空气洁、土地洁的“三洁村”而引人注目。那么前卫村生态建设成功的实质是什么呢？他们如何对生态农业实行工业化大生产，进行规模经营，在保护环境同时提高经济效益呢？他们的具体做法是：

#### 4.1 按照生态经济学原理，进行总体规划

划分六个生态功能分区及若干生态工程项目加以全面规划与建设，邀请上海市有关院校专家参与规划，科技涵量高。例如有机废水净化处理工程，沼液分离——地下管道输送沼渣及菌渣饲料加工工程等皆接口完整、技术配套、建设质量高。

#### 4.2 立足于高科技、提高企业生命力

前卫村每一项企、产业皆以高科技武装，所出产品总是第一流的，有的达国际先进水平，有的产品直销国外。例如三年造成一座年产2000吨的L-乳酸厂，成为国际上仅有数家能生产乳酸的厂家之一，产品直销日本，这是与上海市工业微生物所合作的结果；又如与复旦大学合作生产酶制剂牙膏，其生物活性物质对口腔灭菌效率为一般牙膏的3倍。这种高起点的做法是企业生命力强的所在，是充分认识“科技本身具商品属性”的结果。

#### 4.3 建成绿色食品产业化基地

少用（或不用）化肥农药的基本要求，有机肥以沼肥为主，千头养猪场配有4个大型沼气发酵塔（共600立方米），沼水通过地下暗管直通蔬菜园艺场用于喷灌。工厂有机废水通过废水处理站净化处理后再经光合细菌处理后排放，使550亩大棚蔬菜成为绿色食品基地。

#### 4.4 资源循环再生利用，大大降低成本

前卫村对二次资源通过多途径利用是企业成本降低、投资回收率高的原因之一。例如利用乳酸厂的余热带动了养鳖业的发展。在一般养殖下，水温在12℃以下时鳖就进入冬眠状态，至次年水温回升时才苏醒。利用余热进行暗管温室培育，打破了幼鳖冬眠且生长格外迅速，可提前1—1.5年起捕出售，使养鳖的利润率达56%。

#### 4.5 注意规模经营，使农业走向工业化

前卫村的农业基本上已走向工业化，并皆具较大规模。例如投资1000万元，建成了1000多个蔬菜大棚。大棚不仅生产四季蔬菜，而且与养殖业结合，也就是轮回冬养雏鸡小猪，夏种洁净蔬菜。这种在大棚内农牧轮换方式在国内罕见，棚内有机肥丰富又无污染。事实证明，生产规模越大，整体功能越强，利润越高，持续发展可能性也越大。

#### 4.6 生态农业管理企业化

前卫村从领导到各级干部生态意识皆较强，并成立村级生态办公室。办公室职能是实施与修改总体规划，设计生态工程，平衡协调各部门的生态建设等。此外，建立电子计算机管理系统与环境测试中心，绘制管理机构人员网络图等。本村按有几十门程控电话，可直接与国内外联系，管理的现代化手段强。所以这种生态管理制度是配套的，管理手段与欧美的大农场相似，但在生态建设管理内容与水平上早已超过国外了。

#### 4.7 重视科技投入，强化技术研究

针对在发展生态农业过程中所存在一些技术问题，进行专项研究，并成立研究所，研



究成果直接用于生产，促使生产上规模，上水平。

## 5. 结论

5.1 我国农业科技现状的成果显著，但我国科技贡献率与发达国家相比仍有较大差距。农业科技在农业总产值中的贡献率我国约占30%，贡献率低的原因之一是偏重实用硬技术，缺乏对资源环境与区域生态及生态农业的统筹部署。

5.2 我国农业生态学面临前所未有的最大挑战。我国国情决定走资源节约型道路，农业生态学全面大显身手的时刻已经到来。这恰恰是当今生态农业或农业生态工程所将要作出的更大贡献。

5.3 我国生态农业与农业生态工程的产生与发展有其历史必然性，现已有基本理论与技术可作依循。

5.4 发展生态农业，必须要在保护生态环境基础上提高经济效益。这是中国生态农业不同于发达国家生态农业的关键一点。只有这样生态农业的发展才有活力，才能在市场经济中生存下来。

5.5 生态村并不是一些生态户的简单集合，而以村为单位进行生态农业生产建设。生态村在市场经济条件下发展的一个趋势是：生态农业走向工业化大规模生产，在保护生态环境基础上提高经济效益。

5.6 “生态农业工业化”。上海崇明县前卫村的7条经验值得借鉴，在环境“三洁”基础上平均年创产值6.9万元，也许这是未来中国生态村建设的一个发展趋势。我们从四川大足县横店新村的塑料大棚绿色产品生产基地，江苏大丰县裕丰镇的大蒜无公害生产基地等等也能看出这种趋势。

5.7 “生态农业工业化”不仅是实践的需要也是时代发展必然的产物。生态农业不是简单地倒退回原始农业，或传统农业，也不是沿袭西方石油农业，而是更高层次上的融合。它集二者之长，弃二者之短。这就意味着生态农业既要保护生态环境又要持续发展生产力。在现阶段，类似前卫村这样生态村建设过程中已体现到这种“生态农业工业化”了。

# 生态整合：城镇及人类活动密集区可持续发展的系统方法

王如松

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100080)

## 1. 可持续发展——城镇建设的必由之路

即将过去的20世纪是人类历史上最惊心动魄的世纪。最长足的科技进步,最激烈的世界大战,最深刻的社会革命,最严峻的人口危机,最空前的生态浩劫都发生在这100年中。经历了一个世纪上下求索的地球人终于意识到:我们所处的系统是一类社会、经济、自然复合生态体,单一的技术革命、社会革命或环境运动解决不了复杂的发展问题。封闭保守的俄国官僚体制已经自行解体,以掠夺全球资源为代价的西方经济也暮气沉沉。世界正从自然经济的农业社会以及市场经济的城市社会向生态经济的可持续社会过渡。可持续发展已成为世界各国无论东方还是西方,穷国还是富国的共同发展方向。

从斯德哥尔摩的人类环境宣言到里约热内卢的21世纪议程,人类对自身命运的认识实现了一个从消极的环境保护到积极的生态建设,从线性思维到系统思维,从预警性的环境运动到自觉的社会行动的质的飞跃。可持续发展不仅是一种保护环境的口号,而且是一个跨世纪的政治、经济、技术、文化和社会发展的行动纲领,是对传统价值观和方法论的挑战。其内涵包括了经济的持续增长、资源的永续利用、体制的公平合理、社会的和谐共生、传统文化的延续及自然活力的维系。旨在探讨一种跨世纪、跨国界、跨领域、跨行业、跨意识形态的先进适宜的生产力、生产关系、生活方式、生命素质及生态秩序。这是各国历代科学家、革命家及环境运动人士所梦寐以求的目标,也是人类社会发展的必然归宿。目前,可持续发展口号也已成为我国各级决策、规划、管理部门和科学工作者以及报刊文章上常用的术语。但是,持续发展的动力学机制、控制论方法是什么?怎样去调控不同层次复杂的系统关系?怎样去实现有中国特色的社会主义市场经济下的城镇持续发展,我们尚缺乏坚实的理论基础、系统的价值观、严格的方法论及相应的学科体系。

可持续发展的实质是时、空、量、序多层次上的系统发展。“发展”的英文名词是“Development”,指一种渐近的有序的系统发育和功能完善过程。其发展的目标是由人口、资源、环境组成的人类生态系统。其科学问题的实质可分三个层次:一是认识论层次,如何去揭示系统的动力学机制与控制论规律;二是方法论层次,如何去辨识系统的结构、功能与过程,如何测度系统的复杂性、多样性和可持续性;三是技术管理层次,如何去组织、协调与建设可持续的生态技术、生态体制与生态文化。本文拟从人类生态、系统生态及应用生态三个层次综述城镇可持续发展领域的方法论进展,分析生态学这门最有潜力,同时又最有争议的颠覆性科学在城镇及人类密集区可持续发展领域所面临的机遇与挑战。



## 2. 复合生态系统生态学——城镇及人类活动密集区可持续发展的科学基础

新的发展需要新的思维，新的思维需要新的科学，城镇及人类活动密集区生态学正是这样一门持续发展的基础科学。人类对其环境关系的探讨，是一门既古老又年轻，既通俗又深奥的议题。自有人类以来，人就在其生存斗争中孜孜不倦地探索、学习和积累着人与自然关系的生态知识，并形成了一套朴素的人类生态观。但作为一门独立的科学，它只是起步于本世纪二、三十年代的城市生态学研究；复兴于六、七十年代的环境和资源危机引起的系统生态学研究；繁荣于八、九十年代的全球变化和可持续发展研究。

著名生态学家 E. P. Odum 教授在其生态学基础一书（第二版）的书名后面加了一个副标题：“联接自然科学与社会科学的纽带”，的确，当今生态学的重心已逐渐从纯自然生态向人类活动影响下的生态学过渡。其实，一个企业、一个部门、一个地区乃至一个家庭，为了其生存与发展，必须生产、消费、输入与输出，必须同各种各样的内外环境打交道，处理形形色色的人类生态学关系。人类文明史就是一部人与其自然环境、社会环境及心理环境竞争与共生、改造与适应的发展史或生态史。持续发展的目的就是要处理好眼前与长远、局部与整体、效益与效率、环境与发展、自然与社会间以及政府、企业、个人行为间复杂的生态冲突关系，实现一种生态高效、环境合理、系统和谐、行为合拍的持续、稳定、健康的综合发展。这里有技术问题、体制问题，也有认识、观念问题。其系统的复杂性、有机性，矛盾的冲突性及学科的交叉性是任何一门自然科学、社会科学和系统科学所无法处理的。H. G. Wells 指出：“生态学是经济学向整个世界的延伸，而经济学只是人类的生态学。”可以说，城镇及人类活动密集区生态学同源经济学（其希腊词根 Oikos）和社会学（芝加哥学派），复兴于人口学与环境学，繁荣于系统学与工程学。其研究内容为人与自然关系间各个不同层次（从个人、家庭到地区、国家、全球）的“流”或过程问题，“网”或结构问题，以及“序”或功能问题的动力学机制、控制论方法和工程学手段。它以其特有的异源性、综合性和实用性正向全世界展现其交叉科学的蓬勃生机和解决人类生存发展问题的巨大潜力。

城镇及人类活动密集区生态学就是要探索不同层次城镇复合生态系统的动力学机制，控制论方法，辨识系统中各种局部与整体，眼前和长远、环境与发展、人与自然的矛盾冲突关系，寻找调和这些矛盾的技术手段、规划方法和管理工具。它与工业革命以来发展起来的传统自然科学不同，其研究重心是系统的事理关系和功能过程而不是组分的因果关联和物理结构，研究目的是系统辨识而非系统控制，研究方法是综合而不是分析，研究途径是人的学习过程而非物的优化过程。

城镇是一类以人的行为为主导，自然环境为依托，资源流动为命脉、社会体制为经络的人工生态系统。马世骏等称其为社会—经济—自然复合生态系统。传统发展观念只是把城市功能分为经济生产和社会生活两大类，而忽略了其资源、环境、人口、自然的供给、接纳、控制和缓冲功能。其实，复合生态系统的生产功能不仅包括物质和精神产品的生产，还包括人的生产，不仅包括成品的生产，还包括废物的生产；复合生态系统的消费功能不仅包括商品的消费，基础设施的占用，还包括了无劳动价值的资源与环境的消费，时间与空

间的耗费、信息以及作为社会属性的人的心灵和感情的耗费。尤其重要的是，在人类生产生活活动的后面，还有一支看不见的手，即大自然的“鬼斧神功”或系统反馈的作用，我们称其为系统调节功能，包括资源的持续供给能力、环境的持续容纳能力、自然的持续缓冲能力及人类社会的自组织自调节活力。正是由于这种功能的调节，经济得以安定、自然得以平衡。

驱动城镇及人类活动密集区复合生态系统的动力学机制来源于自然和社会两种作用力。自然力的源泉是各种形式的太阳能，它们流经系统的结果导致各种物理、化学、生物过程和自然变迁。社会力的源泉有三：一是经济杠杆——资金；二是社会杠杆——权力；三是文化杠杆——精神。资金刺激竞争，权力推动共生，而精神孕育自生。三者相辅相成构成社会系统的原动力。自然力和社会力的耦合导致不同层次复合生态系统特殊的运动规律。能量是地球上一切地质、地理、水文、气候乃至生命过程的基础，生态系统在其形成、发育、代谢、生产、消费及还原过程中，始终伴随着能量的流动与转化。能量流经生态系统的结果并不是简单的生死循环，而是一种信息积累过程，其中大多数能量虽以热的形式耗散了，却以质的形式储存下来，记下了生物与环境世代斗争的信息。围绕能量环境、能量代谢、能量生产及能量流动开展的生态能（ecological energy）基础研究及全球变化的应用研究，自八十年代以来，在世界上十分活跃。它是进化生态学、生理生态学，系统生态学和全球生态学研究的核心议题，也是污染生态学、经济生态学，生态工程学及城市生态学的热门议题。

货币是复合生态系统中一种奇妙的组合力。它是商品社会的产物。在自给自足的农业社会里，人们以土地为本，食物生产为纲，人与自然关系密切，货币的能动作用有限。工业革命以来的商品社会逐渐将人与自然分离，货币成为测度商品生产、消费效果以及全球性资产流通、支付和贮藏的唯一手段而掩盖了人与环境之间的其它生态关系。产值、利润、税收、收入分别成为企业、政府及个人活动的主要目标。自从马克思揭示了资本的剩余价值秘密以来，社会对产品中人的劳动价值及其交换过程的公平性给予了较大关注，而对产品中凝聚的自然“劳动”或生态价值及其开发利用的公平性却很少问津。而后者正是导致当今全球资源枯竭、生态环境恶化、南北差距悬殊和世界贸易不公平性的根本原因。货币是调节复合生态系统生产、生活、生态功能的重要手段。怎样改革和完善一种包括劳动价值、生态价值及社会价值在内的价值体系，使其成为诱导全社会实现持续发展的积极动力，是当今生态经济学家所致力求索的重要目标。

无规矩不成方圆。权力是维持复合生态系统组织及功能有序度的必要工具。它通过组织管理、规章制度、政策计划及法律条令等形式体现群众的意志和系统的整体利益。权利的正确导向将导致生态关系的和谐及社会的发达昌盛。新加坡七十年代以来的经济腾飞和生态建设是正确运用系统权力实施管理的成功例子。权力的滥用将导致系统的生态经济灾难乃至毁灭。希特勒第三帝国的崩溃及其对全球生态带来的破坏就是一例。权利的运作一般是通过管理及阈值控制法来实现的。被管理者的行为超过一定的阈限允许范围，权力就会通过一定形式的强制手段如行政的、经济的、法律的甚至军事的手段进行抑制，使其就范，并起到罚一警百的效果。当权力的运作不能有效地促进系统的可持续发展，系统的无序程度超过一定的阈值时，系统就会产生结构的重组和权力的更迭，使新权力机构恢复其应有的职能。传统的权力一般只限于政治、军事等涉及人与人之间的社会关系，而复合生态系统的权力还应包括处理人与自然生态关系的权力。掌权的执法者所代表的不仅是选民的社会权益，还



应代表自然生态系统持续生存发展并服务于后代人及其它地区人的生态权益。

同权力相反，精神是通过自觉的内在行为而不是外在的强制手段去诱导系统的自组织自调节的共生协合力，缓和各类不协调的生态关系，推动系统的持续发展。人的精神取决于特定时间、空间内的文化传统、人口素质和社会风尚。一般通过伦理道德、宗教信仰等方式所诱导，涉及人的自然、功利、道德和天地四种境界的不同耦合方式。当前城乡建设中出现的大量环境污染、资源枯竭及生态系统退化等问题，都是与决策者、经营者和普通民众低的环境意识、共生意识及短期的开发行为、经营行为及消费行为相关联的。七十年代以来，国际上文化生态学、伦理生态学、环境伦理学等方兴未艾，其核心就是要倡导一种天人合一的世界观，增强人的生态责任感，诱导一种生态合理的生产观、消费观及环境共生观。

能、钱、权、神的合理耦合和系统搭配是复合生态系统持续演替的关键，偏废其中任一方面都可能导致灾难性的恶果。当然，这种灾难性的突变本身也是复合生态系统负反馈调节机制的一种，其结果必然促进人更明智地理解自己的系统，调整管理策略，但其代价是大的。早在3000多年前，中华民族就形成了一套鲜为人知的“观乎天文以察时变，观乎人文以化成天下”的人类生态理论体系，包括道理、事理、义理及情理。中国封建社会正是靠着这些天时、地利及人和关系的正确认识，靠着物质循环再生，社会协调共生和修身养性自我调节的生态观，维持着其3000年稳定的生态关系和社会结构，养活了近四分之一的世界人口，形成了独特的华夏文明。生态控制论不同于传统控制论的一大特点就是对“事”与“情”的调理，强调方案的可行性，即合理、合法、合意。合理，指符合一般的物理规律；合法，指符合当时当地的法令、法规；合情，指为人们的行为观念和习俗能接受；合意，指符合系统决策者及与系统利益相关者的意向。

考察各类自然和人工生态系统，可以发现如下控制论原理（王如松，1993）：

（1）胜汰原理：系统的资源承载力、环境容纳总量在一定时空范围内是恒定的，但其分布是不均匀的。差异导致竞争，竞争促进发展。优胜劣汰是自然及人类社会发展的普遍规律；

（2）拓适原理：任一企业、地区或部门的发展都有其特定的资源生态位。成功的发展必须善于拓展资源生态位和调整需求生态位，以改造和适应环境。只开拓不适应缺乏发展的稳度和柔度；只适应不开拓缺乏发展的速度和力度；

（3）生克原理：任一系统都有某种利导因子主导其发展，都有某种限制因子抑制其发展；资源的稀缺性导致系统内的竞争和共生机制。这种相生相克作用是提高资源利用效率、增强系统自生活力、实现持续发展的必要条件，缺乏其中任何一种机制的系统都是没有生命力的系统；

（4）反馈原理：复合生态系统的发展受两种反馈机制所控制，一是作用和反作用彼此促进，相互放大的正反馈，导致系统的无止境增长或衰退；另一种是作用和反作用彼此抑制，相互抵消的负反馈，使系统维持在稳态附近。正反馈导致发展，负反馈维持稳定。系统发育的初期一般正反馈占优势，晚期负反馈占优势。持续发展的系统中正负反馈机制相互平衡；

（5）乘补原理：当整体功能失调时，系统中某些组分会乘机膨胀成为主导组分，使系统歧变；而有些组分则能自动补偿或代替系统的原有功能，使整体功能趋于稳定。系统调控中要特别注意这种相乘相补作用。要稳定一个系统时，使补胜于乘；要改变一个系统时，使乘强于补；

（6）扩颈原理：复合生态系统的发展初期需要开拓与发展环境，速度较慢；继而最适应

环境,呈指数式上升;最后受环境容量或瓶颈的限制,速度放慢,越接近某个阈值水平,发展越滞缓。系统呈S型增长。但人能改造环境,扩展瓶颈,系统又会出现新的S型增长,并出现新的限制因子或瓶颈。复合生态系统正是在这种不断逼近和扩展瓶颈的过程中波浪式前进,实现持续发展的。

(7) 循环原理:世间一切产品最终都要变成废物,世间任一“废物”必然是对生物圈中某一生态过程或生态功能有用的“原料”或缓冲剂;世间一切开发行为最终都要通过反馈作用到人类本身,只是时间的早晚和强度的大小差异而已。物资的循环再生和信息的反馈调节是复合生态系统持续发展的根本动因。

(8) 多样性和主导性原理:系统必须有优势种和拳头产品为主导,才会有发展的实力;必须有多元化的结构和多样化的产品为基础,才能分散风险,增强稳定性。主导性和多样性的合理匹配是实现持续发展的前提;

(9) 生态发展原理:发展是一种渐近的有序的系统发育和功能完善过程。系统演替的目标在于功能的完善,而非结构或组分的增长;系统生产的目的在于对社会的服务功效,而非产品的数量或质量;

(10) 机巧原理:系统发展的风险和机会是均衡的,大的机会往往伴随高的风险。强的生命系统善于抓住一切适宜的机会,利用一切可以利用的甚至对抗性、危害性的力量为系统服务,变害为利;善于利用中庸思想和半好对策避开风险、减缓危机、化险为夷。

### 3. 巧夺天工——城镇持续发展的生态建设手段

城镇生态建设的最终目的就是要依据前述生态控制论原理去调节系统内部各种不合理的生态关系,提高系统的自我调节能力,在外部投入有限的情况下通过各种技术的、行政的和行为诱导的手段去实现因地制宜的持续发展。

生态建设的目标有三:效率、公平性、可持续能力,它们组合在一起,即构成复合生态系统的生态序。

#### 3.1 生态工程建设

根据生态控制论原理去系统地设计、规划和调控各类生态系统的结构要素、工艺流程、信息反馈关系及控制机构。融传统的系统技术和现代的高新技术为一体,疏浚物质能量流通渠道,提高资源转化效率,开发利用再生资源,建立一套合理的生态代谢链网,占领未被有效利用的生态位,提高系统的生态经济效率。

效率是十八世纪工业革命的主要目标,人们通过先进的工业技术大大提高了物质能量和劳动力的利用效率,但这种效率是基于资源承载力无穷,环境容量无限的观念的产品投入产出效率。如果将资源的、环境的和区域的长期代价计入,则人们在考虑产品的投入产出效率的同时,还得考虑废弃物的投入产出以及资源开采过程中的生态恢复代价。生态效率包括物质、能量、资金、劳力和信息的利用效率(Socolow 1994, Tibbs 1992)。

生态工程的关键在于生态技术的系统开发与组装。它不同于传统技术与高新技术的地方在于着眼于生态系统整体功能与效率而不是单个产品、部门、单种废弃物或单个问题的解决;强调当地资源和环境的有效开发以及外部条件的利用,而不是对外部高强度投入的



依赖；强调技（技艺）与术（谋术）的结合、纵与横的交叉以及天与人的谐和。

### 3.2 生态体制建设

按照生态控制论原理和系统科学方法去辨识、模拟和调控复合生态系统内各种生态关系，打破传统的条块分割、信息闭塞和决策失误的管理体制，健全各种法规。建立一个能综合调控经济生产、社会生活及自然生态功能，信息反馈灵敏、决策水平高的管理体制，其主要目标是促进系统内各种时、空、量、序关系的公平性。

公平性是一个世纪以来社会主义革命的主要目标，旨在改善人间生产关系的社会公平性，而在世代间生存关系、时间公平性、区域资源分享的公平性、部门间协调共生的组织和谐性及生态过程的动态平衡等方面进展不大，而后者正是生态调控的第二大目标。生态公平性是世代公平性、区域公平性、体制公平性及过程平稳性的组合。

其中世代公平性包括人类活动的过去对现在的生产和生活环境的累积影响，以及现在的资源开发行为对未来子孙后代的潜在影响，区域公平性包括人类活动对当地的、区域的、资源产地和市场腹地直接或间接环境影响；体制公平性包括部门内各生产环节之间的纵向耦合，部门间横向共生关系以及外部的协调共生关系；过程稳定性包括正负反馈强度的匹配性，发展的速度与波动的幅度，主导性与多样性，依赖性与独立性之间的平衡等。

### 3.3 生态文化建设

从普及生态意识、改变传统的资源利用观念、环境价值观念和小农经济观念入手，去规范、调节和诱导决策、规划。管理人员和民众的决策行为、经营行为、环境行为、生育行为的生活方式。其核心是持续自生能力的建设。

持续自生能力是七十年代以来兴起的环境保护运动的主要目标，旨在恢复自然生态系统本身的活力，主张人必须融于自然而非驾驭自然。其实，人类要发展就必然会改变自然，维持绝对的自然状态是不可能的。这里的持续能力应指人与自然复合生态系统的生存活力。它包括自然生态、经济生态及社会生态3个系统的综合能力。

其中，自然系统的活力包括水的流动性，气的畅通性，土壤的活性，植被的覆盖率及生物的多样性等；经济的活力包括可再生资源的利用率，市场竞争力，资金的周转率，技术进步的贡献率，生产工艺的可塑性和产品功能的多样性；而社会活力包括决策者的生态成熟度，群众的生态意识，信息反馈的灵敏度和体制的灵活性等。

效率、公平性与持续自生能力组成生态系统的生态序，高的生态序是实现系统持续发展的充分必要条件。图1是复合生态系统的三维演替图，其三个轴分别为系统的效率、公平性和可持续性，分别以1为最优值，零为最劣值。

21世纪是一个生产、生活、生态功能协调发展，物质、能量、信息充分利用的时代，社会在注重效率和公平性的同时，将集中精力增强人与自然关系的可持续性。系统向B点挺进。

由国家27个有关部委联合倡导的以可持续发展为目标的社会发展综合实验区建设正是生态建设的一种实验。其宗旨在于通过政府推动、科技催化、社会兴办及群众参与，在生产力、生产关系、生活质量、生命素质及生态秩序五方面进行综合规划、超前建设和典型示范、依靠诱导实验区本身的能力建设，去促进当地资源的综合利用、环境的综合整治和人

的综合发展。目前已有18个国家级及近百个省市级的社会发展综合实验区被批准开展可持续发展的综合实验,其中一些实验区已取得了可喜的成绩。

## 4. 生态综合——对传统方法论的挑战

传统系统生态学以特定的空间范围和生命实体为基础,集中注意的是有形的物理量(物流、能流、地理环境)和生物量(个体、种群、群落),而对无形的关系量(如信息、位势等)包括与外部环境的系统的分析却进展甚微,而后者正是生态学中最活跃、最本质的东西。生态学本质上是一门关系学,生态系统是其研究对象,但不是区别于地理学、生物学及环境科学的特有的研究对象。其特有的研究对象应是其中生态关系的集合,而生物及环境组分本身则应留给生物学家、地学家、环境学家去研究。刘建国曾将从基因到整个地球的所有具有一定生态学结构和功能的组织单元称为生态元(ecological unit)。据此,可以将生态学系统的研究对象理解为三类关系的集合:

(a) 元——元关系:生态元与生态元之间的竞争、共生、依赖、支配关系;

(b) 元——库关系:生态元与生态库之间的需求——供给,开拓——恢复及改造——适应关系;

(c) 元——系关系:生态元与其更高层次的系统之间的生、克、乘、补及反馈、隶属关系。

这些关系是通过其生产和消费活动中的物质代谢、能量转换、信息交流、价值增减以及生物迁徙等五种功能流而结成一个自组织系统的。这些流的动因则在于生物对生态位的趋适、开拓、竞争和平衡行为,不同生态位之间的差异形成生态势和生态场,它们决定了生态系统的演替过程和发展趋势。复合生态系统研究的任务就是要完善和发展上述生态关系在时、空、量、序范畴内的辨识、模拟和调控方法。

1994年8月在英国举行的以顺应环境变化的生态学进展为主题的第六届国际生态学大会上,生态学方法论进展是大会的一个主要议题。在这次生态学大会上,生态学家对生态学一般性的原理和预测方法的不成熟表现出极大的忧虑。这反映在R. Peters (1992)的《为了生态学的批判》一书所引起的与会代表的广泛争论上。Peters在《为了生态学的批判》中对生态学的理论与方法进行了全面的反省,它既否定了整体论,又否定了还原论,其中或许某些言词过于偏激,但反思的结果却可能孕育着生态学理论和方法的革命。在这次大会的许多有关方法论的专题讲座中,一些生态学家呼吁改变单一逻辑推理、历史解析和机械模型的传统生态学方法,将整体论与还原论、经验与理论、基础研究与应用研究、定量方法与定性方法相结合,发展出一套生态学本身特有的适合于不同尺度生态系统的科学方法论。当前,系统生态研究方法论中几个值得注意的动向是:

### 4.1 从量化到序化

各种生态关系的量化是自Lindeman开创系统生态研究方法半个世纪以来生态学家们矢志追求的目标。的确,从定性到定量,从描述模型到解析模型,是生态学方法的一大进步。但是,生态系统不只是一种物理系统,其环境是多变的而不是固定的;参数是粗糙、不完全、不确定的,而不是可辨识、可统计处理的。随着研究对象的转变,我们的研究方向必须



从物理学方法转向生态学方法,从机械思维走向生态思维。生态思维与物理思维的区别在于前者着眼于事统,着眼于生物与环境间的事理关系,在机理不清、信息不准、偏好不一的情形下通过定性与定量相结合的各种软方法,去辨识问题,改善系统功能;而后者着眼于物以及物与物之间的关系,在参数相对固定或按一定规律变化的前提下去定量研究其间的动力学规律。对于生态系统中可定量测度的关系量,我们应继续发展和完善定量分析方法。但一般说来,复合生态系统特性的评判已不再是对单属性或可转换成单属性的全序关系的评判,而是对多属性的偏序关系的评判。其评判标准也不再是纯客观的、唯一的,而是掺有主观偏好、因情形而异的。只有从量和序两个测度去辨识系统,才能把握系统的全貌。从某种意义上说,从定性到定量,只是完成了生态辨识的第一步,而从定量到定序或更高级的定性,才能揭示生态关系的本质。王珏等(1988)提出一种运用神经网络原理进行生态评价的计算机评判方法,改进了传统的专家打分、加权的综合指数法。其基本思路是一种智能辨识过程,通过计算机从人们对事物评判的一些案例中去学习、去模拟人的思维,对系统作出智能型评判,而不是严格的数学运算。从追求数学推理的解析性、严谨性和完美性转向生态思维的灵活性、模糊性和实用性。针对生态系统的信息模糊性和结构不良性,其研究方法需从传统的硬方法转向软方法,研究对象从白箱转变为黑箱或灰箱。

#### 4.2 从优化到进化

生态系统的自组织特征决定了系统生态研究的重点不在于寻求外部的最优控制,而在于依靠生物的能动性去进行内部关系的自我调节。今天,人在生态系统中的作用已从外在的人变成内在的人。一切生态研究都要涉及人类的长远利益和系统发展的眼前利益的矛盾,涉及对多个相互冲突、不可调和的多元目标的协调。有人提出把系统从硬件、软件发展到心件(mindware),意指把人的行为作为内部组分、涉及组织管理的软方法,主要强调人在系统中的斡旋作用和自组织方法。当前国内外发展迅速的决策支持系统(decision support system)就是这种研究的一部分。它包括管理型、逻辑型、解析型三类子系统,通过人机对话不断去观察、解释、诊断系统,探索、评价和选择对策,并在不断的执行跟踪中调整方案(Lewandowski, 1988),增进对系统过程的学习,了解和探索合理发展的途径。其结果不同于物理方法的一个显著特点是生态系统中没有最优可言,各目标之间不存在全序关系,其目标空间是一个超体积的球,球面上没有哪一个方向、哪一点是绝对最优,对其相对优劣的评判依赖于系统主导者的主客观情景。

Checkland (1984)在对系统分析的反思一文中就提出了系统分析的最终目标不是优化,而是学习;不是解决问题,而是弄清问题;不是获取某种灵丹妙药,而是去组织一种辨识过程。Simon (1992)提出无最终目标规划的观点。他指出,人的认识能力是有限的,规划实施的每一步都产生着新情况,而新情况又为新的规划提供了出发点。这同绘画是很相似的,绘画过程是画家与画布之间相互反馈的过程,敷在画布上的每一新的色点都不断使画家产生新的灵感去创造新的画面,引导画家去涂上新的颜色,而逐渐变化的模式又不断改变着画家的构思……。生态学的研究也必须遵循这种进化式策略,与环境相互反馈,从中不断得到一些有益的启迪,而不是终极的结论。联邦德国 F. Vester 等(1980)提出的法兰克福城市生态研究的灵敏度模型就是这种学习模式。

### 4.3 从机器智能到生态智能

六十年代以来,以数字计算机为支撑体,以符号处理作为表现智能行为的载体,在 Turing 对机器智能思维活动研究的基础上,一门由计算机科学与脑科学联姻的人工智能技术迅速发展,特别是在电脑下棋系统战胜了国际特级棋师后,世人对机器智能表示了空前的热情。人工智能技术迅速在包括生态学及环境科学在内的各个学科扩展。但迄今为止,各类智能机器的应用研究都进展迟缓,效果甚微,特别是曾喧嚣一时的日本第五代智能计算机的令人失望的结果使人不得不重新考虑机器智能的发展前景。

机器智能设计思想遵循的是一种传统物理学思维。著名人工智能大师 M. Minsky 说得好:“我们应该从生物学而不是物理学受到启示,因为所谓思维并不直接来源于几个象波函数那样规整漂亮规则的基本原理,精神活动也不是一类可以使用几个逻辑公理的运算就能描述的简单现象。相反,脑的功能是成千上万具有不同专门技能的子系统协同的结果,是数百万年生物进化的结果”(Minsky, 1991)。其实,电脑的最大优点是其巨大的储存能力和运算速度。其逻辑思维能力完全取决于设计者对人脑思维机制的理解和抽象。而人在社会活动中处理事情的方式要远比二人对奕过程中的 if-then 的树状判断要复杂得多。机器智能开发的实质是要将人类复杂的生态智能简化压缩为机器智能而让电脑代替人脑去完成高速度大容量的智能劳动,可以说,这是一种与生态学原理背道而驰的技术导向。随着现代科学技术的发展,作为地球上最聪明物种的整体人(Homo Sapiens)的生态素质日渐退化,人对自然的反映越来越迟钝。今天人们需要的是从个体生理智能向群体生态智能的整合与进化,而非个体智能向机器智能的退化。

生态智能的实质是生态综合,即按照生态控制论原理去辨识、学习和调控系统的结构、功能与过程,通过多学科、多层次、多专家的知识 and 经验交流使个体人变成群体人,生物人变成智能人,社会人变成生态人。

生态综合不同于传统科学分析方法之处在于:它将整体论与还原论、定量分析与定性分析、理性与悟性、客观评价与主观感受、纵向的链式调控与横向的网状协调、内禀的竞争潜力和系统的共生能力、硬方法与软方法相结合,科学、哲学与工程学方法的联姻(图2)。城镇生态建设的关键就在于生态综合。其整体目标就是要诱导复合生态系统中(1)物质、能量、信息的全代谢;(2)竞争、共生、自生的演化机制;(3)生产、生活、生态和谐功能;(4)人口、资源、环境的协调发展;(5)工、农、建、交、商相关产业的横向融合;(6)资源生产、加工、消费与还原的闭路循环;(7)时、空、量、序指标的系统调控;(8)财富、健康与文明目标的综合;(9)技术、体制与行为手段的耦合;(10)城镇与乡村以及人与自然关系的和谐共生。

《礼记·礼运篇》曾将中国社会的进化分为三个阶段,即“乱世一小康一大同”。经过近一个世纪动乱的中国正在从乱世进入小康。未来的“大同”社会,既不是传统的“小桥、流水、人家”的田园社会,也非高楼林立,道路密布的城市社会。而是一种顺应生态、合乎国情的持续发展社会。在大力发展市场经济的同时,如何加强企业的生态意识、政府的生态调控及民众的生态监督,探讨合理、合法、合情、合意的调控手段,是实现有中国特色的城镇持续发展的关键。怎样去推动有中国特色的这种历史进程,正是城镇及人类活动密集区生态学所面临的机遇与挑战。



## 参 考 文 献

- [1] 马世骏主编, 1990, 现代生态学透视, 北京: 科学出版社。
- [2] 马世骏等, 1984, 社会—经济—自然复合生态系统, 生态学报, 4 (1): 1—9。
- [3] 马世骏等, 1993, 复合生态系统与持续发展, 中国科学院编: <<复杂性研究>>, 中国科学出版社, 230—239。
- [4] 王如松, 1993, 持续发展的人类生态学原理, 全国首届新学说新观点学术讨论会大会特邀报告, 中国科协。
- [5] 王如松, 1991, 自然科学与社会科学的桥梁——人类生态学研究进展, 中国生态学发展战略研究, 中国经济出版社, 405—466。
- [6] 王如松, 1988, 高效、和谐——城市生态调控原则与方法, 湖南教育出版社, 长沙。
- [7] 王珏等, 1988, 基于神经网络原理的一种生态评价方法, 城市人口规划的智能决策支持系统研究论文汇编。
- [8] 刘建国, 1988, 生态库原理及其在城市生态学研究中的应用, 城市环境与城市生态, 1 (2): 20—25。
- [9] Checkland, P., 1984, Rethinking a System Approach, In "Rethinking the Process of Operational Research and Systems Analysis", Edited by R. Tomlison, Pergamon Press.
- [10] Edwards, P. S., 1994, Ecological Progress to Meet the Challenge of Environmental Change, Speech at Opening Session, VI International Congress of Ecology, Manchester.
- [11] Lewandowski, A., 1988, Theory, Software and Testing Example in Decision Support Systems, IISA, WP88073.
- [12] Lindeman, R. L., 1942, The Tropic Dynamic Aspect of Ecology, Ecology, 23, 399—418.
- [13] Minsky, M., 1991, Logical Versus Analogical or Symbolic Versus Connectionist or Neat Versus Scruffy, IAAI Magazine.
- [14] Odum, E. P., 1983, Basic Ecology, Saunders College Publishing.
- [15] Odum, H. T., 1982, Systems Ecology, An Introduction. New York, John Wiley & Sons.
- [16] Peters, R. H., 1992, A Critique for Ecology, London: Cambridge University Press.
- [17] Simon, H. A., 1982, The Sciences of the Artificial, The MIT Press, Second edition,
- [18] Socolow, R. et al. 1994. Industrial Ecology and Global Change, Cambridge University Press, New York, 500pp.
- [19] Spooner, B., 1984, The MAB Approach: Problems, Clarifications and Proposals. in: Ecology in Practice. ed. by F. Dicasteri et al.
- [20] Suzuki S. 1991, Human Ecology—Coming of Age: An International Overview, VUB Press, Brussels.
- [21] Tansley, A. G. 1935, The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms, Ecology, 16, 284—307.
- [22] Tibbs, H. B. C. 1992. Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry. Whole Earth Review, 4—19.
- [23] Vester, F. et al; 1980; Sensitivitäts modell, Regionale Planungsgemeinschaft Untermain.
- [24] Wang Rusong, eds., 1990, Human Ecology in China, China Science and Technology Press, Beijing, 251p.
- [25] WCED, 1987, Our Common Future. Oxford University Press, Oxford.
- [26] Wells, H. G. et al., 1931, The Science of Life. Garden City, NJ, Doubleday.
- [27] Young, G. L., 1989, A Conceptual Framework for an Interdisciplinary Human Ecology. Acta Oecologiae Hominis—International Monographs in Human Ecology, 1: 1—136.

# 面向二十一世纪的西方生态学

董 全 李晓军

(中华海外生态学者协会, 美国)

他山之石, 或可攻玉。了解海外生态学研究的现状和发展趋势, 可对中国生态学研究的发展提供启迪与借鉴, 有助于中国生态学者赶超世界先进水平。

世界上许多生态学家都十分关心生态学总体发展的现状与趋势, 例如, 美国生态学会和英国生态学会曾对会员进行了一系列的问卷调查, 还有人对期刊上发表的文章进行了考查分析 (例如, Brown and McCormick 1981, Coleman 等, 1982, May 和 Seger 1986, Abrahamson 等 1989, Cherrett 1989, Travis 1989, Stiling 1994等)。这些调查分析的目的主要在于回答这样两个基本问题: (1) 什么是生态学? (2) 生态学工作者研究什么? 这两个问题是相互关联的。从逻辑上讲, 生态学的内容包括其内涵与外延, 规定了生态学者的研究对象; 而从历史的角度看, 像其他学科一样, 生态学经历着一个动态发展的过程, 其内容在变。这个发展变化的过程由生态学工作者来推动, 因此, 生态学者在科学研究中的新发现新创造更新着生态学的内容; 社会所承认的生态学家群体所从事的研究决定着生态学的含义。显然, 对上述两个问题的动态答案是反映生态学发展状况与发展趋势的一面镜子。

美国生态学会和英国生态学会当属世界上最大的生态学会, 美国生态学会拥有会员7000人左右, 其会员分布于80个国家和地区, 但主要集中在北美, 其中, 美国的会员约占90%, 加拿大的会员占4%到5%。英国生态学会拥有5000左右的会员。其中本国会员占70%到80%, 其他会员分布于几十个国家。可以说这两个学会会员的研究动向大体代表和左右着西方英语国家的生态学界的动向。他们的研究进展对世界生态学界亦有重大影响。

本文根据美英等国的生态学者的调查、综述和分析, 简要介绍西方英语国家生态学界近年的研究动向, 工作成果, 流行概念和选题重点。希望这些信息可为国内同行提供参考, 限于作者的眼界和知识, 本文难免以偏盖全, 特别是本文资料的选取, 对美国有所偏重。

## 1. 领域的兴衰

在一个分支学科领域中从事研究的人员的多寡, 在一个领域中申请研究项目的多寡和在一个领域中正在进行的科研项目是多寡是反映一个领域的科研兴旺与否的重要指标, 利用这些指标可以对生态学中各分支领域的兴旺程度做大体排序。根据美国生态学会最近对会员进行的调查 (Hollaud 等, 1992), 在北美生态学界, 群落生态学最为兴旺, 其次是种群生物学、水生生态学、植物生态学和森林生态学 (表一), 看来, 北美生态学家倾向于选用生物组织水平来说明自己的研究领域。个体 (生理) 生态学、种群生物学、群落生态学和生态系统生态学都列在最兴旺的前十名分支学科中。单从生物组织层次的角度看, 研究群落和



种群的人数和项目数似均高于研究个体(第7名)、生态系统(第8名)和更高水平(生物圈等)的人数和项目数。在美国生态学会1981年(Coleman等1982)和1988年(Travis 1989)的调查中,群落生态学和种群生物学也是排在前两名,生态系统排在其次。这个排序同McIntosh(1989)利用文献引用频率做出的发现相一致,在McIntosh选出的最常引用的生态学经典文献中,19篇是关于群落生态学研究的,12篇是种群生态学的研究,9篇属于生态系统研究。但是如果把依各种不同标准划分的学科都算在内,生态系统研究从1988年第三位降到了第八位,而1988年排第四位。环境影响评价跌出前15名。

## 2. 概念的流行

英国生态学会给会员发出问卷,就什么是生态学中最重要的概念征求会员的意见。Cherrett(1989)对寄回的问卷进行了整理分析,他发现英国生态学会会员认为,生态系统是最重要的概念,其次是演替、能流、自然资源保护和竞争(表二)。

Stiling(1994)计算了各个生态学概念在三大英文综合性生态学期刊(Ecology, Oecologia, Oikos)的文章中出现的频率,并根据出现频率对概念的流行性进行排序,他发现在这篇文章中,最多出现的概念是生物对环境的适应,其次是生活史对策植物与植食性动物的关系,竞争与共存和生境选择与生境的空间配置(表二)。

若把上述两项调查的结果放在一起,对概念的流行程度进行评价,最流行的十个生态学概念似是:(1)竞争,(2)生物史对策,(3)生物对环境的适应性,(4)能流,(5)养分(物质)循环,(6)演替,(7)种群调节,(8)植物与植食性动物的关系,(9)捕食者与猎物的关系,(10)自然保护。

生态学概念常同生物组织层次有着对应关系。利用这种对应关系,可以从另一个角度来分析在哪些生物组织水平上的概念最受生态学者的重视,Stiling(1994)对期刊文章的调查指出,对种群水平的概念进行的研究占总数一半以上,其次是个体水平,其研究约占1/4强,而群落和生态系统水平上的研究只各占这三大期刊上发表的文章近1/10。

Cherrett(1989)对英国生态学会的问卷调查进行了概念的聚类计算分析,他把生态学家大体分为两类:(1)倾心于生态系统研究的人,这些人约占2/3,(2)倾心于种群研究的人,他们占1/3。在生态系统研究者中,倾向于基础研究和应用研究的约各占1/2,而在种群研究者中,3/4的人是“生物决定论者”,他们重视种内或种间的相互作用和相互关系,或重视生物适应性。另1/4的人是“环境决定论者”,他们专注于环境异质性,随机现象,干扰等等。显然,从不同角度,取用不同资料来分析生态学现状可以得出不同结论。

## 3. 生物种类和生态学系统的选择

从生物分类系统的角度看,西方生态学者较多选用动物作为研究对象,在纲的水平上,昆虫、鸟类、兽类最受重视。若扣除在各纲中物种数量的因素,兽类和鸟类的生态学研究所占比例远高于其它纲类;在植物之中,陆生高等植物较受重视,微生物的生态学研究远较动植物为少,只占总数的1%、2%(表三),不过近来微生物生态学呈崛起的趋势,在一九九五年美国生态学年会上,以微生物生态学为专题的学术报告会有两个,而在以往,以微

生物生态学为专题的报告很少。近来，美国大学招聘微生物生态学教师的数量也在增加，这从不同侧面反映着这个领域的兴旺和发展。微生物在碎屑食物网链中，在土壤生态过程中都起着决定性的作用，过去碎屑食物网链和分解过程受到某种程度的忽视。

在许多食物网中，人们对碎屑食物网链和分解者的理解存在很大的空白，从而影响和妨碍了人们对整个食物网的正确认识，近年来，这种情况有着变化，微生物生态学是近期生态学的热点之一。

若从生境和生态系统的角度看，西方生态学者多在森林、草地、淡水水体和试验室中从事研究（表四），这使得森林生态学和水生生态学列入最兴旺的领域学科（表一），以气候带分，在温带的研究远多于其它地带。另外，研究陆地生物的工作亦远多于水生生物的研究。美国生态学会的调查没有把陆地生态学和草地生态学单独列项，虽然在草地上进行生态学研究很多，从事这些研究的生态学家似乎不把自己的研究列为草地生态学。

若从营养层次和生物物种数的角度看，生态学研究的频率同营养层次的高低，同所研究的物种数目近成反比。（表五、表六）。多数研究集中于一个种或两个种组成的生态学系统，研究五个以上物种所组成的系统的工作只有20%。

## 4. 生态学的前沿

生态学在发展。旧的生态学理论不断地被改正甚至被推翻，新的理论假说不断诞生，新的工具和方法不断涌现。生态学的前沿阵地不断拓展。对于什么是生态学的前沿领域，生态学家常常各持己见，莫衷一是（Edwards, 1994）。美国生态学会组织了一批专家对此进行了分析，这次分析是其学会历史上无前例的。这个分析的结论（Lubchenko, 1991），在美国生态学界和世界生态学界产生了巨大影响（Edwards, 1994）。这次分析列出了十二项生态学基础研究的前沿领域（表七）。这些前沿领域一方面保持着生态学的传统仍着眼于种群群落、生态系统和景观的结构及其动态规律。另一方面，这些前沿领域更强调对机制的理解，对决定结构特征（格局）和动态规律的内外过程的理解，特别是不同时空尺度上和不同生物组织水平上现象之间的相互作用和相互联系。时空尺度（及尺度推绎）的概念进化遗传的思考，结构单元和内部过程的内在异质性和复杂性的理解，构成了这些基础研究前沿领域的标志。

对生态学系统的基本理解为应用生态学原理解决实际问题奠定了基础，生态学者作为群体负有很重的社会责任；生态学研究要能有助于改善人类生存状况。环境问题牵涉到政治和管理。因此，生态学研究的资金也同政治有关。基于这种情况和对这种情况的考虑，面对现代人口、环境和资源问题的巨大挑战，根据前述对基础学科前沿领域的分析，Lubchenko等（1991）提出了生态学中十大重要科研题目（表八）。这些题目力求兼顾基础研究和应用研究的需要。基于这十大课题，Lubchenko等（1991）提出了组织研究全球变化、生物多样性和可持续生物圈的动议，这个建议得到了美国国会的支持，这使这三方面的研究广泛开展，从而对近期生态学发展产生了广泛影响。



## 5. 争议、问题、挑战

本世纪里,生态学有了长足的进步。从本世纪初的一个描述性学科发展到了一个有系统野外观测记录,有定量逻辑推理,有实验检验假说的多层次多方位的科学体系。现在人们对许多生态学系统和生态学过程有了比较清楚的理解,当前的生态学是一个多元化的学科。

在几十年里,生态学中争议不断,其中最著名的一个争议是种群生态学中关于密度制约性种群调节的争议,这个争议持续了50年,也没有能争出所以然来(Lawton, 1991)。争议是学科发展的动力之一,关于密度制约性种群调节的争议也曾不断地推进了种群生态学的进展,只可惜没有就其本身取得突破性进展。

当前生态学中无法取得一致意见的一个重要问题是:生态学能否有统一的基本理论,这种理论应适用于不同的地带和不同的时间,历史上生态学没有产生比较令人满意的定律(McIntosh, 1989)。冠以定律名议的理论往往得不到自然界观察的支持。这种情况发生于一些生态学上最著名的“定律”,比如李比锡(Liebig)的“最小因子定律”、高斯(Gause)的“竞争排除定律”等等,直到现在生态学理论的预测力仍然很差,生态学仍不是一门预测科学(Peters, 1992)。因此,发展具有普遍意义的具有预测力的生态学理论是对当代生态学家的挑战。

以上本文简要介绍了一些西方生态学近况,在中国近年来,经济急剧增长,工业化、城市化和人口增长带来许多生态后果,造成许多环境和资源的问题,生态学工作者有责任为解决这些问题出谋献策。中国的生态学急待进一步快速发展,外国的经验亦可借鉴。为发展中国的生态学,我们愿意通过向国内同行介绍一些国内生态学的进展状况,和通过其他的合作方式为推动中国生态学发展而尽一份力。

表一. 最活跃的生态学研究领域

	综合排序	科 研			专 长	
		从事人数	申请科研项目总数	获准立项数	第一选择	第二选择
群落生态学	1	2	2	2	3	1
种群生物学	2	3	1	1	4	3
水生生态学	2	1	3	3	1	4
植物生态学	4	4	9	8	2	1
森林生态学	5	6	6	7	6	5
自然保护生物学	6	5	5	4	13	6
生理生态学	7	7	4	9	5	10
海洋生态学	8	10	6	5	7	13
生态系统研究	8	9	8	6	11	7
行为生态学	10	8	10	13	8	8
湿地生态学	11	11	11	11	9	11
野生动物生物学	12	14	14	10	10	16
环境与资源管理	13	13	16	14	14	9
渔业生物学	14	15	13	12	12	20
生态学模型	15	12	20	19	17	12

本表根据在一领域中从事科研的人数和申请科研项目的数量和生态学工作者对自己专业的认定的数量对各分支学科的兴旺程度进行排序, 资料来自美国生态学会对会员的调查 (Holland 等 1992)。

表二 最受重视的生态学概念

期	刊	调查
1.	生物对环境的适应	生态系统
2.	生活史对策	演替
3.	植物与植食性动物的关系	能流
4.	竞争与共存	自然资源的保护
5.	生境的空间配置与选择	竞争
6.	捕食者与猎物的关系	生态位
7.	养分循环	物质循环
8.	种群动态调节与密度制约过程	群落
9.	最优觅食理论与领域性	生活史对策
10.	能流和生产力	生态系统脆弱性
11.	稳定性与扰动	食物网
12.	迁移	生物对环境的适应
13.	进化生态学	环境异质性
14.	动物行为	物种多样性
15.	寄生者与宿主的关系	种群密度制约性调节
16.	互利	限制因子
17.	交配行为	环境容纳量
18.	物种多样性	最大可持续生产量
19.	演替	种群循环波动
20.	间接作用, 三个营养层间关系	捕食者与猎物的关系
21.	污染和污染指示生物	植物与植食性动物的关系
22.	食物网	岛屿生物地理学
23.	自然保护	食物链中的生物积累过程
24.	岛屿生物地理学	协同进化
25.	外来物种	随机过程
26.	灭绝过程	自然扰动
27.	最大可持续生产量	生境恢复
28.	有害生物的控制	自然保护区
29.	恢复	指示生物

本表根据三大生态学期刊: Ecology, Oecologia, Oikos 在1987-1991年期间发表的文章中概念出现的频率, 和英国生态学会对会员的调查对生态学概念受重视的程度排序, 资料来自 Stiling, 1994, Cherrett, 1989)



表三. 对各生物分类单元做生态学研究的频率 (%)

分类单元	期刊分析 (1)	美国生态学会	美国生态学会
		88年调查 <sup>(2)</sup>	81年调查 <sup>(3)</sup>
动物 (总和)	50.4	48	46.3
无脊椎动物 (总和)	27.7	19	—
昆虫	18.3	—	—
其他节肢动物	3.7	—	—
非节肢动物	5.7	—	—
海洋无脊椎动物	—	5	—
淡水无脊椎动物	—	7	—
陆地节肢动物	—	7	—
脊椎动物 (总和)	22.7	25	—
兽	8.1	—	—
鸟	7.0	—	—
鱼	3.2	—	—
爬行	2.3	—	—
两栖	2.1	—	—
海洋脊椎动物	—	2	—
淡水脊椎动物	—	6	—
陆生脊椎动物	—	17	—
植物 (总和)	34.3	37	31.7
陆地维管系植物	—	2.0	—
淡水浮游植物	—	2	—
海洋植物	—	2	—
微生物 (总和)	1.1	2	1.5
混合	8.4	—	20.0
理论	5.5	3	—

数据来源: (1) Stiling (1994), (2) Travis (1989), (3) Colewan 等 (1982)

表四. 生境或生态系统类型在生态学研究中的选用频率

生境或生态系统类型	频率
温带森林	17.0
温带草地	9.7
热带森林	5.4
热带草地	2.0
荒漠	4.7
苔原	2.6
湿地	1.9
海洋	7.7
淡水水域	10.3
人类干扰下的 (农田, 城市等)	4.7
试验室或温室	16.4
博物馆	0.2
计算机——理论上的	0.9
其他: 洞穴, 崖壁, 土壤	8.4

数据来自 Stiling (1994)

表五. 各营养层次在生态学研究中的出现的频率 (Stiling, 1994)

营养层次	频率
1	32.2
2	31.1
3	22.1
4	0.7
5	0.2
混合	6.5

表六. 生态学研究中的物种数 根据 (Stiling, 1994)

物种数	出现频率
1	39.3
2	17.2
3	7.4
4	4.0
5-10	5.9
11-20	4.9
>20	8.5
理论假设	9.3
综述	3.5

表七. 生态学基础研究的前沿课题

1. 自然界中各时空尺度上生物多样性的类型与格局，决定多样性的进化与生态因素和进化与生态过程；
2. 生物有机体的形态、生理和行为特性之间的相互作用和相互影响；
3. 有机体形态、生理和行为在自然或人为造成的环境胁迫下的遗传表型可塑性及其限度；
4. 决定散布与休眠的生态条件；散布与休眠在种群和群落水平上的效应；
5. 解释有机体生活史适应对策的因素；个体生活史对策怎样影响种群对环境干扰变化的反应方式；
6. 决定种群数量的因素；个体的生态学过程与种群动态的关系；
7. 种群的年龄、体形、遗传和空间结构怎样影响种群对环境扰动变化的反应；
8. 景观破碎对种群散布、种群灭绝和种群丰盛度的影响；
9. 群落与生态系统的结构和组成，群落和生态系统对胁迫的反应和决定这种组成结构和反应方式的生物与非生物因素；
10. 在生态系统和景观中生物非生物成分的相互作用，能量流动与物质交换的调控，气候、人类影响和生物过程怎样影响调节生物地化学地境；
11. 在一个时空尺度上的过程和格局怎样影响另一个时空尺度上的过程与格局
12. 包含人类影响和自然扰动在内的环境异质性对个体、种群、群落的生态过程和格局的影响。

表八. Lubchenko 等 (1991) 提出的十大生态学课题

1. 定量确定生物圈与全球气候变化的总体联系，建立多方面的分析模型，这包括研究生态学过程带来的全球气候变化和全球气候变化给生物圈，大气圈，水圈和生态气候带的结构和功能带来的变化；
2. 测量生物生态过程带来的大气、土壤和水体的化学成分和化学特性的变化和这些变化产生的生态效应；建立描述



解释和预测这些过程的模型；

3. 测定土地和水的开发利用所造成的生态后果,包括水体陆地间的化学物质流动的改变,和这些改变对群落物种组成、生物多样性和生物地化学过程的影响；
4. 调查人类造成的和自然形成的环境变化带来的遗传演化后果；
5. 建立生物多样性数据库,记录遗传多样性,物种多样性,生境多样性、生态系统多样性的空间分布,测定多样性变化速率和这种变化对群落结构和生态系统过程的影响；
6. 加快对稀有和有消失趋势的物种的研究；
7. 确定反映环境胁迫的指示特征,建立监测生态学系统健康状况和估价预测胁迫的方法手段；
8. 加速恢复生态学的基础研究；
9. 建立和发展用于设计和管理可持续利用的生态学系统的生态学准则；
10. 加强关于有害生物、病原生物入侵、扩散和爆发的基本规律的研究

## 参 考 文 献

- [1] Abrahamson, W. G. Whitam, T. G. and Price, P. W. 1989. Feds in Ecology. *BioScience* 39: 321—325.
- [2] Brown, K. L., and McCormick, J. F. 1981. Education and employment of Ecologists in the United States. *ESA Bulletin* 62: 193—196.
- [3] Cherrett, J. M. 1989. Key Concepts, the Results of a Survey of Our Members' Opinions. In, J. M. Cherrett (ed.) *Ecological Concepts: the Contribution of Ecology to an Understanding of the Natural World*. Blackwell Scientific, Oxford, England.
- [4] Coleman, D. C., Cooper, C. F., Rosenzweig, M. L., Tracey, C. R., Werner, P. A. and Miller, L. M. 1982. *ESA Publication Committee, Subcommittee on Journal Content, Final Report, 10 January 1982*. *ESA Bulletin* 63: 26—41.
- [5] Edwards, P. J. 1994. Ecological Progress to Meet the Challenge of Environmental Change. *Congress Editorial*. VI International Congress of Ecology. pp. 7—11. INTECOL, Manchester, 1994.
- [6] Holland, M. M., Lawrence, D. M., Morrin, D. J., Hunsaker, C., Inouye, D., Janetos, A., Pulliam, H. R., Robertson, W. and Wilson, J. 1992. Profiles of Ecologists; Results of a Survey of the Membership of the Ecological Society of America. The Ecological Society of America. Washington, D. C.
- [7] Lawton, J. L. 1991. Ecology as She is Done, and Could Be Done. *Oikos* 61: 289—290.
- [8] Lubchenco, J., Olson, A. M., Brubaker, L. B., Carpenter, S. R., Holland, M. M., Hubbell, S. P., Levin, S. A., MacMahon, J. A., Matson, P. A., Melillo, J. M., Mooney, H. A., Peterson, C. H., Pulliam, H. R., Real, L. A., Regal, P. J. and Risser, P. G. 1991. The Sustainable Biosphere Initiative; an Ecological Research Agenda. *Ecology* 72 (2): 371—412.
- [9] May, R. M., and Seger, J., 1986. Ideas in Ecology. *American Scientist* 74: 256—267.
- [10] McIntosh, R. P. 1985. *The Background of Ecology: Concepts and Theory*. Cambridge University Press. Cambridge.
- [11] McIntosh, R. P. 1989. Citation Classics of Ecology. *Quarterly Review of Biology* 64: 31—49.
- [12] Peters, R. H. 1992. *A Critique for Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- [13] Stiling, P. 1994. What do Ecologists do? *Bulletin of the Ecological Society of America* 75 (2): 116—121.
- [14] Travis, J. 1989. Results of the Survey of the Membership of the Ecological Society of America: 1987—1988. *ESA Bulletin* 70: 78—88.

# 努力建设一个具有无限发展空间的现代化 花园式海滨城市和经济特区

梁广大

(中共珠海市委, 珠海 519009)

珠海是我国最早创办的四个经济特区之一。1979年撤县建市, 1980年设立珠海经济特区。十五年来, 珠海国民经济坚持以工业为主, 其它各业综合发展方针, 经过全市人民的艰苦奋斗, 经济实力正在迅速增强。据统计, 1994年底与1979年比较, 全市国内生产总值增长30.12倍, 工农业产值增长64.77倍, 其中工业总产值增长135.7倍, 外资出口收汇增长157.6倍, 财政收入增长55.3倍。1992年, 中国城市评价中心运用最新流行数据, 对全国187个地级及地级以上城市的综合实力进行全面评估, 珠海被评为“中国城市综合实力50强”之一。在全国24个提前进入小康的城市中, 珠海综合指标名列第四。伴随经济实力增长, 城市规划、建设和环境保护不断优化。对此, 我们有如下体会。

## 1. 城市规划工作是客观要求

我认为搞好城市规划工作是客观存在的, 不以某个人的意志为转移。所谓客观存在, 首先我们可以看到, 在改革开放以前, 由于历史原因特别是处于自然经济和产品经济时, 我们没有认识到城乡规划的重要性和迫切性。随着改革开放的不断深化, 随着市场经济体制的确立和不断完善, 我们越来越感到原来城乡规划建设管理中的问题的严重性和解决这些问题的迫切性。尤其在近十年, 很多新建和扩建的城市出现交通拥挤, 严重影响着经济的发展, 甚至破坏生产, 影响群众的生活, 引起广大群众的不满, 从这里不能不看到规划的客观存在和客观要求。不难看出城市规划的重要性和迫切性。

改革开放以后, 我们出国考察多了, 可以看到一些先进的东西, 发达国家都有一个很好的城市规划和建设来适应大生产, 适应整个社会经济的发展。这对我们是一个很大的启发。在十多年的改革开放中, 我们不难发现, 一个经济本来较好的城市由于没有好的规划, 吸引不了人, 凝聚不了财富, 就得不到应有的发展。一个经济不怎么好的地方, 甚至很落后的地区, 因为规划得好, 建设功能协调, 有条不紊地建设发展, 规划很快就可以转化为财富, 而且还能吸引更大的财富, 吸引各方面的人才。所以, 说搞好规划是客观的要求, 社会的要求, 时代的要求, 人民的要求, 也是我们领导者的职责。

## 2. 规划建设管理工作是市长的天职, 也是各级第一把手的天职。

在市场经济的社会里, 规划工作是市长的天职, 是各级第一把手的天职。这是时代赋予



的职责。在自然经济和产品经济时期，管生产、管理企业、管人头是市和各级第一把手的任务，当然是对的。因为当时没有大生产，更没有走上市场经济，谈不上什么规划建设等问题。但随着商品经济的发展，尤其是市场经济的到来，这种做法就不适应了。我在任珠海市市长前，看了一位很有权威的人士编写的一本书“市长手册”，“手册”规定市长有三大任务：一是搞好规划，二是搞好建设，三是搞好管理。后来加了一条就是要发展好经济。当时，我觉得，象过去只抓抓生产、管管人头、管管日常的政务，已经是不适应了，因为随着商品经济的发展，城市规划、建设、管理好不好，决定着整个经济能不能更好的运转，能不能提供经济发展的条件。如果市长和各级第一把手不管规划、建设和管理，就很难提供一个良好的生产环境，很难提供一个好的生活环境。所以，市长和各级第一把手首先要摆脱日常的一些事务，更多地抓好规划。特别是党的十四届三中全会提出，要建立社会主义市场经济和现代企业制度，很多权力都已经下放给企业了，应让法人来行使它应有的权力。所以，我就主动担任了市规划委员会的主任。当时有些领导说，梁市长啊，你管那么细干什么，这个应给部门做，你应管大事。管什么大事呢？去抓抓思想工作，去抓阶级斗争？去抓具体生产？去找同志谈心？当然这些都是工作需要的，但是在那么多工作中，哪个是决定一个城市或一个经济区域工作中的全局问题呢？很多人不理解我，总以为我多管闲事，占了下面同志的工作，发挥不了下面同志的积极性。因为他们还没认识到搞好规划，搞好建设，搞好管理，就是个大局，是大事，因为它是全市的基础，城市规划得怎么样，这是百年大业。城市规划又是一个社会的系统工程，不是哪一个副市长，副书记能够做到的，更不是哪个部门所能解决得了的。如果市长不统管，就很难协调，很难指挥。要么各自为政，要么互相迁就，到头来城市规划就会乱七八糟。这样做不可能实现一个科学的、现代化的规划。特别是有很多中直和省直的单位在珠海，有些官比你大，如果一个副市长、副书记去管，人家说你算老几，有些人就是这样不讲理。光一个职能部门也解决不了问题，你一个部门只是一方面比较专，对全面对全局体会得不深，一个部门能有那么大权力去决定事关全市大局的问题？遇到这些问题往往不好处理，各自站在自己角度说话，这样一个具体管理部门往往就顶不住，加上目前我们相当多的人规划、环保意识差，可以讲缺乏规划环保意识。这样给我们规划建设带来很多困难。本来规划建设工作都是为了一个根本利益——人民的利益，但有些人就是不理解。有些环保意识低的人，又喜欢打着所谓解放思想、放权的旗号，而想不服从规划。所以，市长必须管起来，当然是与分管的副市长一齐来管，如果管不起来，就很难做到规划的统一，更不可能有一个科学的、现代化的规划。这样做不是争权的问题，是一个根本的职责所在。如果不这样，将带来无穷的后患和巨大损失。你们可以看到，珠海从农村走向城市化的时间不长，农村盖了很多房子，花了不少汗水钱。但由于过去没有规划意识，盖房不受规划和环保约束；很多人认为，放手给他们盖嘛！管那么多干什么？现在很多村问题成堆，汽车进不了村，大件东西不易搬进屋内，污水横流，与现代化城市差距太大，结果，为了有个更好的生产、生活环境，有些村不得不再拆迁，重新规划，重新建设，损失实在太大了。

根据规划是市长和各级第一把手的天职，权力要高度集中，其他副书记、副市长不要直接插手，而要积极配合支持、执行的原则，我们市委市政府就是在维护这个原则，维护这个大局的基础上互相理解的。另一方面，各级领导首先是各级第一把手要考察社会现实，吸引别的城市和国外城市好的经验，善于思考社会问题，善于思考社会的种种弊端，作为研究我们规划的参考。从而形成我们的规划和行动，从客观实际中再形成我们的决心。

### 3. 规划要面向世界，立足未来

规划本身要面向世界，立足未来，摆脱小商品经济的约束。我认为这是很重要的，是我们珠海在实践中的体会。另一方面要摆脱以前城市建设的缺陷和旧模式，以前的一些城市建设没有什么严格的科学规划，更没有从大生产、大商品、大市场来考虑规划，只是根据当时的历史背景和生产活动及财力，从产品经济的角度来考虑，填满一块搞一块，不断地膨胀，不断地扩展。所以，我们今天再不能按旧城市的模式来考虑城市规划了。今天，我们完全可以运用社会主义制度的优越性，运用人民赋予我们的权力，搞出一个面向世界、立足未来的规划来，不会象私有制社会那样困难。

要面向世界，立足未来，首先应该立足于改革。如果我们不立足于改革，就很难冲破原来不合理的规定。如果来一条车道，按低标准3.25米宽，高标准3.75米就够了，这基本上是旧的规范，现在我们改为每条车道4米宽，为什么？因为当时没有大的旅游巴士、大型的集装箱车等，现在为什么堵车那么严重？除了规划不好外，车线窄也有问题，本来可以超车的，但前面有一部大的集装箱车，谁也不敢爬头，加之有些驾驶人员素质差，行车互不礼让，只能慢慢忍耐着走。再一个，现在的车型太多了，几十种类型的车都上路，有些破车，超期服役的车甚至拖拉机等也上路，不堵车才怪了。因此，珠海市改了，每车道最少4米宽，当时很多人说这错了，没有必要那么宽，浪费了，甚至说这样搞我们设计部门就不签字。我说，你不签字，我市长签字。设计是为城市建设服务的，你的设计要适应社会要求。市长主管，市长筹集资金作不了主，而不负全责不出钱的个人却乱作主怎么行呢？所以我认为规划本身很多也要改革。我们的道路建设和管理也是不改革不行，很多道路每天不停地挖，路面铺好了，又要挖开埋管线，刚铺好，别的单位又要挖，无止境地重复挖，这样往返重复地搞，浪费实在严重，影响生产，影响生活，群众意见很大。所以我们研究后，决定每条马路相隔200米留一条横沟，结果很多“权威”又不同意了，说这是胡闹，乱指挥，浪费。实际上这种规划为今后减少破坏和浪费，不改才是大浪费，是严重浪费。现在任何一个单位无论您装水管、煤气管等，只要爬进横沟或穿过横沟就可以安装了，不用把马路挖开，这就十分有利生产、有利生活。尽管一些技术人员反对，施工队反对，一些单位骂娘，但我们还是决定这样干，所以现在珠海市装管线不用挖马路了，不用劳民伤财，这就是改革。

再一个就是不能因为眼前的利益而牺牲规划，我们遇到这样的事例太多了，可以讲数不胜数，因为没有钱，先把房子盖起来，以后现修道路和地下设施，如果真正严格控制规划好是可以的。但我们认为最好是一次搞好，不然也要留足用地，控制好，等到有钱了再建设。规划应考虑长远一点，不然将来很难解决这些困扰。我们1983年搞了总体规划，上报国务院，后来发现不适应了，重新进行了修编，请了专家再来论证，领导与专家相结合，如把原来4车道改为6车道，两旁还要加宽；原来2车道改为4车道，两旁也要加宽。有些道路走向也重新调整，有些未有规划的也在实践中不断调整、扩大、完善，并在实施过程中在现场修改，使整个规划更加合理。如果当时不改的话，今天的珠海也是寸步难行。珠海原来的规划功能不明确，一个小小的区域，里面有住宅、工业、商业、工业区里有轻纺厂，有化工厂，也有石料厂，有叫卖的，有杀猪的（屠宰场）等等，鱼龙混杂。后来我们对功能作了调整，把功能明显划分开来。对过去的规划，我们都重新认真的审查，不合理的就改过来，现在的规



规划，基本上做到按国际惯例要求的功能相对分开。目前珠海在1000多平方公里的范围内，划分为五大功能区：中区，就是市政府所在地，是政治文化中心，配有生活和商业区；北区是以渡假和旅游为主，兼发展高科技产业；东区主要是仓储区、中转区、保税区；西区重点发展交通能源和高科技，靠近港口，划了400平方公里作为大工业区，允许有些大烟囱，有一点点污染，但要达到国际标准；南区是以高科技产业为主，兼有商业贸易。

同时，我们的规划要考虑到全国都处在改革大潮中，世界也在不断地变化，尤其是东南亚各国的经济也在不断地发展和变革中。我们不能只看到过去所取得的一点成绩而满足现状，不能局限在珠海论珠海，而是考虑在全国改革大潮中珠海能不能赢得主动权和富有吸引力和竞争力，这就要跳珠海来论珠海，研究珠海，规划珠海，决策珠海，建设珠海，以此来决定我们的战略和规划，如对西区的规划和建设，我们的眼光是比较长远的和超前的，也就是从面向未来，面向世界着眼，否则我们就对珠海人民难以交代，就可能种下不利于珠海发展的恶果。

#### 4. 要树立规划的权威性

首先，规划一定要有权威。规划搞好以后，不能随意改变，违反规划的一定要加以纠正。不按规划要求乱建、乱盖的，要坚决清理，没有商量的余地。珠海市对乱建、乱盖、乱搭的管理是比较严的。有些中央、省的单位盖了五、六层楼，不符合规划，我们都坚决把它拆除。有些不符合规划功能的也要改，如我们有一家工厂，开始一定要建在市区，叫它搬也不搬，而且以与国外签约为由，找了很多签名，甚至找外国人写信给中央的领导，我们还是坚决要求它搬迁了。虽然我们付出的代价很大，但为了城市规划布局合理，为了人民身体健康，再大的代价也要付出，这也是一个教训，说明了城市规划一定要做好，否则就会造成无谓的巨大浪费和破坏。

其次，要树立规划的权威性就不能讲情面，不管是中央的还是省的单位，如果不符合规划，谁讲情都不行，如讲情面，不讲规划，甚至怕得罪人，怕丢官，这个规划肯定搞不好，所以规划一经决定了一定要坚持。要树立规划委员会的权威。

第三、树立规划的权威性，就要在规划中尊重规划人员的知识和辛勤劳动，当然，技术人员也要听取领导的意见，技术人员与领导者相结合，更有利于把规划搞好。因为技术人员有业务技术专长，领导者一般比较专长于对社会各方面的调查，了解客观实际要求以及资金情况可行否等等。所以，要走技术人员与领导相结合的道路，这样规划才能更科学、更合理。

第四，规划部门一定要严格把关，不能因为某个人说了就随意改变。珠海市在规划方面，没有规划委员会主要领导同意，谁也不能批。现在，珠海市的规划建设为什么得到国内外的的一致好评？那是因为珠海的规划定下来后，市委、市政府领导成员团结一致，互相谅解支持，坚决维护这个大的规划，并得到全市人民的大力支持。

#### 5. 要加强法制观念，制订规章来保证规划的实施

珠海市十多年摸索建立了一套机制，制订了一系列的规章制度，有效地保证规划的实

施。我们总结出了城市规划必须遵循的“八个统一”，是我们在工作中付出很大的代价才总结出来的。“八个统一”就是：

5.1 统一规划：全市整体要有个规划，要统筹考虑并划分近、中长期来实施，确保今后各级领导心中有数。而不至于一任官一个令，处于无政府状态，所以，如不及早解决规划将是个罪过。

5.2 统一预征土地。土地是城市现代化规划基础的基础，如果不把土地预征控制好，就很难保证规划的实现；预征了还没有用的土地，不能丢荒，要继续耕作，把农业搞好，政府还要继续增加对农业的投入。需用时，提前通知，并给予合理补偿。但是，如果要预征用土地，一定处理好乡村和农民的利益，合理留给自留用地和给予相应的各种优惠政策，以使农民和乡村能顺利从农村过渡到城市化，从农业经济转到工业为主的经济上来，使农民享受应得利益。所以对土地预征工作认真、细致是十分重要的，如果这项工作做不好，难以实现现代化，难以从农村迈向城市化，从农业经济向第二、第三产业的经济转化也就难以实现。

5.3 统一划分功能区。我们珠海市在1989年根据珠海实际和各地域特点，以一个主导产业为主，各业配套，划分了东西南北中五个大区，功能各有不同。我前面已说了。对功能区的规划，要认真研究和论证，如果一个区域什么项目都摆在一起，摆满了，再开一块来再摆。这势必造成鱼龙混杂，不可能达到现代化的要求。

5.4 统一标高竖向。一个城市不严格要求解决竖向标高，大雨、暴雨、洪水、大潮或海啸、台风袭击时就会造成水浸，危害极大，机械设备、仓库就受影响，生产受破坏，人民生命财产又受威胁；污水排不了，就导致污水横流，甚至导致社会很多问题。所以珠海市的标高主要根据珠江水位确定，比珠江水位正高3.3米。这样尽管花钱多些，但它解决了自然灾害可能带来的对生产和生活的破坏和制约，对改善投资环境是十分必要的。

5.5 统一基础设施建设。基础设施的建设必须由政府统一负责，只有政府才能解决一个城市发展的规模、人口、功能、标准、基础设施等问题，任何一个单位、一个部门都没有这么大的能量。基础设施建设不统一，各自为政或因缺乏资金，以后才考虑或给各部门自己搞，那就不可能有一个好的投资环境，只能是一个反复折腾互相影响生产、影响生活的环境。实践证明，政府先搞基础设施以后，再根据功能分区出让土地，这是实现现代化需要。

5.6 统一出红线。任何一个区域都要求互相协调，所以任何建筑物，都由规划委员会出红线，任何单位部门不能超越这个权力。

5.7 统一审查设计方案。规划委员会对任何建设项目的设计方案都要把关，首先审查设计方案是否在宏观上符合时代要求，是否符合城市的规划。在此前提下把好容积率等关：（1）容积率。容积率决定每平方公里的人口密度，按现代化城市及人民生活的要求，我市容积率为每平方公里8000人。（2）建筑高度。我市建筑物以中低层为主，高层只是点缀协调配合，使整个城区的建筑物有高有低，错落有致，形成美丽的街景。高达18层以上的高楼每平方公里城区只能三座。（3）五个立面。任何建筑物，五个立面都要铺马赛克或瓷砖（包括楼顶），即使里面装修低档，外面也都要搞好。以保持城市青春常在。（4）控制十字路口，不能盖高层。十字路口人流车流量大，如再在十字路口盖高层，人为地把人、车都吸到那里，将显得更拥挤和混乱。所以十字路口高层建筑物一定要严格控制。

5.8 统一绿化标准。绿地为城市创造小气候，它可以产生氧气，给人以清新空气。城市



绿化称为城市肺部，所以我们要求整个珠海市的建设要同城市绿化紧密结合起来，任何一块建筑用地都要保证有33—35%的面积为绿地，绝不能全部盖房和铺水泥。我们坚决兑现绿地比例，只能多，不能少，要保证我们有个清新美好的生活环境。

对城市建设“八个统一”的规定，我们准备报请省人大常委会立法，作为我们今后工作中必须遵守的一项政策法规。

为了保证规划的实施，我们成立了城管队伍，这个很重要。违章的建筑要拆除，不符合规划的要纠正，都靠这支队伍执行。我们的城管队伍内市领导兼任负责人，公检法等部门配合。我们加强对环卫处的领导，教育环卫工作者热爱本行，同时解决他们的生活困难。在珠海，环卫工人干到第二、三年，就有一套住房安排，环卫处也有大学毕业生，有些比党政干部待遇还高一些。我们宁愿在其他方面节省一点，也要保证环卫工人的待遇。路灯也要配合城建工作，这也是规划中的必需，我们把此作为投资环境的组成部分来看待，而不是有些人所说的浪费。

## 6. 要实施规划，就要同时把环境保护抓好

环境保护是一项基本国策，要与规划同时抓起来。环境是社会的巨大财富，它可以转化为巨大的经济效益，如果环境保护不好，就会造成对经济的破坏。建市初期，很多人看不到这个问题，没有环保意识，做了一些破坏环保的蠢事。但随着经济的发展，我们感觉到环保搞不好，就会破坏经济环境，破坏财富，甚至破坏人民生活的环境。因此，我们便总结了环境保护的“八个不准”，形成环保规章：

6.1 不准乱开石场。办特区初期，经济实力差，财政收入少，开了很多石场，当时这样做是可以理解的，但没有严格规划好，没把好关，乱爆、乱炸，现在觉得很心痛，那么好的石山被破坏了，其实每座山、每块石都是一个很好的雕塑。很多中央领导、外国朋友都给我们提了意见，这几年，我们花了近十亿元，停了石场，维护山貌，保护了生态环境。

6.2 不准在山坡25米等高线以上建非公众休息、观赏的建筑物，只准建供人们休息的亭台楼阁。要把美丽的山景留给人民。

6.3 不准在海边、河边建房子和任何建筑物，以防挡海挡河。要把美丽的大海，河流景貌留给人民共享。

6.4 不准在公园或预留作公园的地方建房。我们把风景好的地方都预留作为人民公园，尽管现在没钱建，也要留下来，等将来有钱再建，现已规划预留了70多个公园，有很多部门，特别是一些有权有钱的部门都想在这些地方建房子，市委、市政府都坚决不允许，坚持留给人民共享。

6.5 不准在鸡啼门以东的约700至800平方公里范围内建设有大烟囱和污染的工业项目。珠海近年已拆迁了二十多条烟囱。鸡啼门以西，主要是平沙大道以西300至400平方公里内，可作大工业基地，允许有烟囱工业，但环保也要符合国际标准的要求。

6.6 市区内的噪音不准超过45分贝。

6.7 不准建设没有足够停车场的任何建筑（含住宅楼）。没有足够的停车场，是绝对不批的。现在居民楼首层每户应有一个停车位，绝不能改变用途，农民的住房也要留有停车位。否则，坚决不批准。如建后又擅自改为住房，一经发现严肃处理，并一定改过来。因为随着

珠海经济的发展，人民生活不断改善，在不久时间里，将会有很多私人小汽车，现在不预留停车位，将来又会是个严重的社会问题。

6.8 不准在十字路口建高层建筑，全市不准乱贴广告，乱挂广告牌，以保持城市整洁雅观。

我们通过以上“八个不准”，把环境保护与规划结合起来，既落实好规划，又落实好环境保护。

## 7. 要落实规划和环境保护，就要加强对土地管理

落实规划与环境保护，最后还要落实对土地的统一管理。这是相辅相成互相配套的，这是搞好规划、搞好环保的基础。为什么我们要对土地实行统一管理呢？因为珠海市改革开放十多年来，对基础设施和土地开发投入了大量资金，但建市初期土地的开发使用和转让全由各房产公司中支配据有，政府的大量投入根本无法回收，经济建设因回收不了资金而受到困扰，无法继续投入，所负的巨大债务也无法偿还。要能使建设有所投入和偿还债务，首先应把基础建设的资金回收，而基础建设资金的回收，只有把土地这一环紧紧掌握在政府手里，才能有所回收，否则一是资金回收不了，二是土地管不住，落实不了规划；三是环境保护也落实不了。所以，就要落实土地的依法统一管理。

建市以来，我们努力把城市规划、建设、环境保护和土地管理统一起来抓，使三方面工作得到协调开展，互相促进。据1994年市环境质量公报，目前，珠海市大气环境质量良好，二氧化硫、一氧化碳、总悬浮微粒、降尘等主要指标的年日平均值达国家一级标准。另外，水环境质量也符合国家一类至二类标准，全市饮用水源达标率达9.8%。公共绿地面积一直保持增长趋势，人均公共绿地22.1平方米，远远高于4.6平方米的全国平均水平。市区绿化覆盖率达到41.6%，建筑小区绿化比率达到50%，这些指标不仅超过了我国2000年规划人均公共绿地面积7平方米和城市覆盖率30%左右的目标，有些数据已经接近或达到了发达国家水平。1992年，珠海被国家建设部命名为“园林城市”，并先后荣获“全国十佳卫生城市”、“40佳旅游城市”、“全国环境综合整治优秀城市”等荣誉称号，在广东省城市环境综合整治定量考核评比中，连续5年获总分第一。

珠海市在城乡规划建设管理和环境保护等方面做了一些工作，但是我们做得还远远不够，我们还要随着市场经济的发展，在从农村走向城市化，从农业经济走向大商品经济的过程中，认真吸引国内外的先进经验，把珠海市建设成科技发达、经济繁荣、文明富裕、现代化花园式的海滨城市和大经济特区。





# 一、生态学基础理论 及新观点、新方法、新技术



中國圖書集成  
卷之三  
目錄

## (一)生态学基础

# 木本植物落叶前后重金属元素内外循环规律研究

余国营 王 新 吴燕玉

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

本研究利用生态站小区试验,以杨树和落叶松为供试树种,通过调查分析两种落叶树种落叶前后的生物产量,各部位重金属元素浓度、储量及其变化,深入探讨重金属在木本植物体内的迁移积累过程和内外循环的规律,比较两种生长型树种内外循环的差异及其生态学意义,进一步分析土壤污染林业生态工程治理的效率及其可行性。结果表明:

1. 不同元素在植物体内各部位的浓度和储量与环境中元素浓度呈正相关,植物体内各部位的浓度和储量不同,其内外循环的通量及所占比重也有差异,且不同的植物种类有不同的表现。

2. 临近冬季杨树和落叶松树叶集中凋落前后,树木各部位的养分浓度和储量可发生明显的变化。此种变化既起因于落叶前后养分在植物体内的迁移和再分配,又与植物体内外的养分交换有关,并且对不同的树种也存在差异。对杨树来说,落叶后根中 Cu、Zn、As 三种元素皆有减少,约为 5—40%。茎中各元素有增有减,树中约增加 10—70%。随植物体内储量的增加其变化减小,而落叶种 Zn、As 量减少, Cd、Cu、Pb 储量增加;对落叶松,其对照组落叶后根和茎中 Cd、Pb、Cu、Zn、As 均有增加,枝中的 Cd、Pb、Zn、As 有所减少,约 20—40%;处理组根中 Pb、Cu、Zn、As 有所减少,约 15—80%,枝中 Cd、Pb、Cu、Zn、As 增加 18—50%。

3. 不同元素在不同树种落叶前后的循环通量以及经由内外循环所占的比重也颇不相同。杨树中 Cd、Pb、Cu 主要为外循环,其循环率为 17—27%,而 Zn 和 As 存在显著的内循环,占总循环率 40%左右;落叶松中只有 Zn 元素存在着内循环,其余 4 种元素主要为外循环,循环率为 20—70%。落叶松元素内外循环量大于杨树的内外循环量。

4. 落叶树种落叶前后元素的迁移和再分配,既是防御冬季严寒的需要(皮层中有机和矿质养分浓度的增加有助抗冻),又有利于养分的循环再利用和保持养分免遭损失,不同元素内外循环特征的差异可能具有重要的生态学意义,与树种和元素的共进化历程有关。

5. 供试浓度对两种树种生长均无显著影响。树木生长量大,具有较强的元素积累能力,且不进入食物链,种植林木对土壤污染物具有较高的去除率,约比种植草本植物 100—1000 倍。因此,利用林木生态工程净化土壤污染是有效可行的,也为污水与污泥的林地处理与利用提供有利依据。



# 南沙群岛珊瑚礁生态系沉积物—海水界面间 营养物质(N,P,Si)扩散转移通量研究

宋金明 李鹏程

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

本文主要研究了南沙群岛海域泻湖及礁外沉积物间隙水生态系中的营养组份  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NO}_2^-$ -N,  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{PO}_4^{3-}$ -P,  $\text{SiO}_3$ -Si 及其在沉积物—海水界面间扩散转移通量, 结果显示: 1) 南沙群岛海域表层沉积物间隙水溶解无机氮以  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{NH}_4^+$  为主, 占 90% 以上, 礁外间隙水中的  $\text{SiO}_3$ -Si、 $\text{NO}_3^-$ -N 高于泻湖 5—6 倍和 1—2 倍,  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{NO}_2^-$ -N,  $\text{PO}_4^{3-}$ -P 则不一定, 93 年 5 月航次泻湖高于礁外, 94 年 3—4 月礁外高于泻湖,  $\sum \text{N/P}$  比值礁外间隙水高于泻湖, 相对而言, 泻湖间隙水中缺氮, 而礁外缺磷, 在礁外间隙水中磷有明显地转移。礁外间隙水随深度增加,  $\text{PO}_4^{3-}$ -P 增加, 但在 20cm 以下, 有降低,  $\text{SiO}_3$ -Si 随深度而明显增加,  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NO}_2^-$ -N 降低,  $\text{NH}_4^+$ -N 则不一定; 2) 沉积物—海水界面间营养组份的扩散通量,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{HSiO}_4^{2-}$  在泻湖平均为 158.37, 17.32, 431.94, 203.37, 7.92  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ , 礁外为 564.75, 17.32, 552.54, 1938.51, 12.07  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ , 从总的来看, 营养组份在礁外深水中界面扩散高于泻湖,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  是礁外界面扩散量最大的组份, 而在泻湖中  $\text{NO}_3^-$  或  $\text{NH}_4^+$  是最大扩散量的组份, 礁外界面扩散  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  是泻湖的 10.5 倍,  $\text{NO}_3^-$  是 3 倍, 扩散方向均是从沉积物向上覆海水扩散, 这些扩散特征由其本身的特性及环境所决定; 3) 南沙海域沉积物—海水界面扩散通量高于东中国海, 主要是由于南沙区域常年高水温, 沉积物释放扩散出营养组份的表现活化能降低, 沉积物的活性明显增强, 使沉积物间隙水中得到大量营养组份, 并向上覆海水扩散。

研究沉积物—海水界面间营养组份的转移是海洋生态系营养盐循环研究的重要组成部分, 具有重要的生态学研究意义。

# 植物种群合理密度理论及应用研究

吴增志 杨瑞国

(河北林学院,保定 071000)

密度效应是植物种群生态学的基本理论之一。揭示密度与物质生产的规律具有重要意义。本研究用生理学、生态学的方法与技术,经对多物种密度试验数据和资料的分析研究,从密度与光能利用、密度与生物量积累、密度与经济产量形成等三个层次上揭示了合理密度的特性与规律。初步形成了合理密度理论及应用体系。

密度与光能利用研究是于1982—1984年完成。试验材料是日本九州大学某演习林场的日本扁柏(*Chamaecyparis obtusa*)中龄人工林。通过对间伐与不间伐林分的生产结构、光能分布、各层叶光合速率、枝叶生长等季节变化的观测,计算了光能利用率的季节变化。经过对生产结构与光能利用率相互关系研究,证明了生产结构通过光能分配制约着光能利用效率,而密度影响着生产结构。合理生产结构,可使光能在群落内合理分配,发挥下层叶的光合潜力,提高群落的光能利用效率。为了探讨合理密度形成的机理,从生理学角度提出了相对光能利用率( $E_{rel} = (P_g mgCO_2/1000/44 \cdot 112/I_0)$ ),经对相对光能利用率曲线分析,证明合理密度是由植物光合作用特性决定的。为了标定密度的合理性,提出把各层单位叶面积一天内的光合产量( $P^1 = \int_0^1 P_k dt = \int_0^1 (bI)/(1+aI) \cdot dt$ )与上层叶最大光合速率( $P_{gmax} = \lim(bI)/(1+aI)$ )之商定义为相对光合时间数( $T_{li} = P_{Gi}/P_{gmax}$ )。各层叶的 $T_{li}$ 乘上该层叶面积指数( $F_i$ )定义为单土地面积上的相对光合时间数( $T_{li} = T_{li}F_i$ )。利用相对光合时间数绘制了生产结构功能图。通过光合时间数的动态分析,可以标定生产结构的合理性。

密度与生物量合理密度研究于1982—1994年完成。主要是以加杨(*P. Canadensis* Moench)等四种杨树和白榆(*Ulmus Pumila*)、刺槐(*Robinia Pseudacacia*)、大豆(*Glycine hispida*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)等密度试验,从密度对生长、生物量积累动态上,对合理密度的形成过程与规律作了描述,定义了有关概念。其中把生产力最高的密度定义为合理密度。把与合理密度生物量相同的密度范围定义为合理密度范围;把合理密度范围的上限与下限密度之比定义为合理密度系数( $B = N_u/N_l$ );把合理密度移动的轨迹定义为上限合理密度线。它在双对数图上为S型曲线,其中间部分可近似地看作斜率为-1.5的直线。根据合理密度的特点把植物分为三大类。①典型合理密度线类型。如大多数树木种群,可以形成典型的上限合理密度线,但合理密度范围较窄, $B=2$ 左右。②宽合理密度范围类型。如小麦、水稻、大豆等,合理密度范围很宽,一般 $10 < B < 50$ ,有的可能更大,但不能形成合理密度线。③中间类型。如加拿大飞蓬、黑麦草等,合理密度范围窄, $2 < B < 10$ ,可形成非典型合理密度线。

经济产量合理密度特性随物种收获部分的变化而不同。农作物种实部分的合理密度范围比生物量的窄,一般 $4 < B < 10$ ,块根、块茎类 $2 < B < 4$ ,并靠近生物量合理密度范围下限。



树木材积或重量合理密度范围与生物量的相同,但稍滞后,为便于林分密度管理上的应用,利用合理密度系数、C-D 密度效果、上限合理密度直线式等导出了合理密度模式( $\ln W_{ij} = a_1 + \ln B_i - b_1 \ln N_i$ ;  $\ln W_{ij} = a_1 - (b_1 - 1) \ln N_i - \ln N_i$ ; 将  $W_{ij}$  换成  $V_{ij}$  也适用)以加杨为例设计了林分密度管理图与收获表,阐明了使用方法及经营策略。

## 星星草在松嫩盐碱草地植被恢复中的作用

阎秀峰

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室,哈尔滨 150040)

星星草(*Puccinellia tenuiflora*)是禾本科碱茅属的多年生野生牧草,我国东北、华北、西北等 3 地均有分布。星星草具有很强的抗旱抗寒能力,并且耐盐碱能力较强,能在 pH10 以上的碱地上生长发育,经常在碱斑周围构成星星草群落或羊草+星星草群落。因同时具有较高的营养价值和较好的适口性,经筛选用于改良松嫩盐碱草地,恢复碱斑植被,取得较好效果,已有一定应用面积。

星星草生长较快,种植后生长两年株高可达 80cm,最大地上生物量可达  $1200\text{g m}^{-2}$ 。种植星星草对碱化土壤具有改良作用。碱斑土壤种植星星草三年后,从土壤的物理性质看(0—10cm,以下同),总孔隙度和非毛管孔隙度分别由 44.54%、9.20%增加至 52.39%、11.39%;土壤容重由  $1.48\text{g cm}^{-3}$  降至  $1.22\text{g cm}^{-3}$ ;与土壤结构相关的土壤可溶盐中( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ )/( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ )比值由 122.33 降至 23.93;土壤相对含水量由 14.91%增加至 19.61%。种植星星草后碱斑土壤结构得以改善,透水透气能力和持水能力增强。从土壤的化学性质看,可溶盐含量由 0.99%降至 0.45%;pH 值由 10.61 降至 9.92;总碱度( $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{HCO}_3^-$  含量之和)和  $\text{Na}^+$  含量分别由  $14.08\text{me l}00\text{g}^{-1}$ 、 $14.55\text{me l}00\text{g}^{-1}$  降至  $6.11\text{me l}00\text{g}^{-1}$  和  $6.63\text{me l}00\text{g}^{-1}$ ;而  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  含量则分别由  $0.05\text{me l}00\text{g}^{-1}$ 、 $0.07\text{me l}00\text{g}^{-1}$  增加至  $0.12\text{me l}00\text{g}^{-1}$ 、 $0.17\text{me l}00\text{g}^{-1}$ 。它们增加对于土壤物理结构的改良有着相当大的作用。从土壤的养分状况看,有机质含量明显增加(由 0.56%增至 1.48%),全氮、全磷含量也略有增加(分别由 0.056%、0.064%增至 0.095%、0.098%),全钾含量变化不明显。

对种植星星草土壤与碱斑土壤剖面的比较表明,土壤可溶盐含量、pH 值、有机质含量、全氮含量的差异在 0—20cm 最大,20—40cm 的差异缩小,而 40—60cm 以下基本没有差别。结合星星草对土壤盐分吸收情况的分析表明,种植星星草后碱斑土壤表层盐分的减少一部分是被星星草吸收带走,而大部分是由于星星草的种植改善了土壤结构而促进了表层盐分向深层的淋溶作用。

近年来松嫩草地碱化严重,速度加快,恢复植被迫在眉睫。星星草种群在松嫩草地盐碱植被恢复中占有重要而特殊的地位。通过土壤营养生态位的分析表明,在松嫩盐碱草地上,随着土壤盐碱化程度由高到低,占优势的种群依次是碱蓬(包括碱蒿等)、星星草、羊草和其它的不耐盐牧草。在由碱斑地开始的植被自我恢复过程中,碱蓬是最先出现的先锋植物,而

后经星星草群落很快恢复到羊草群落。星星草的生长和群落的形成是最为关键同时也是最为困难的一个阶段。星星草群落能否出现与降雨关系密切,如果雨季到来较早,星星草种子成熟散落时(一般在7月初)碱蓬群落(只有大量降雨时才能在碱斑地出现)已出现,便能在碱斑地上萌发成苗;若雨季到来较晚,则星星草种子因没有碱蓬群落而无法在碱斑地上存留,不能形成星星草群落。通过人工对星星草群落的辅助建成,可促进碱斑地植被的自然恢复过程,大大缩短所需的时间。

## 土—根界面养分运移规律的研究

徐明岗 张一平 张君常

(西北农业大学土化系,陕西杨陵 712100)

以采自陕西省分属轻壤、中壤、重壤和轻粘土4种不同质地土壤—黄绵土、黑垆土、垆土和黄褐土为材料,采用尼龙膜区分根系与土壤、有机玻璃容器栽培小麦和玉米,以 $^{32}\text{P}$ 作标记结合冰冻切片法,系统地研究了土壤—小麦、玉米根系界面磷的分布与磷的运移、吸收和环境因素的关系;采用人工气候室栽培作用,研究不同环境条件下、不同作物及生育期,Ca、Mg、K、Na、P、Fe、Mn、Cu、Zn等多种养分在小麦、大豆和玉米根土系统运移的机理即扩散和质流的相对重要性。取得的主要结果如下。

磷在根—土界面呈亏缺分布,其分布规律可以幂函数  $C/\text{Co} = ax^b$  来拟合,这和土壤扩散磷的分布模式相一致。根际磷的亏缺程度和亏缺范围受大气湿度、土壤含水量、施磷量及土壤磷缓冲容量等因素的影响。

根土区磷的亏缺程度与作物磷吸收量具有良好的一致性。小麦根际磷亏缺以中下部根系较大,而玉米以中上部根系较大,表明小麦磷吸收主要靠中下部根系,而玉米磷吸收主要靠中上部根系。随着作物生长时间的延长,根际磷亏缺的范围和强度随之增大,作物产量及吸磷量逐渐增加。但由于根系磷吸收与分泌的关系,以及扩散速率的影响,在小麦和玉米培养15天左右时,根表0.5mm以内时常出现磷的相对累积,粘重土壤上尤其如此。

小型容器培养和盆栽试验均表明,磷在近根土壤的运移以扩散为主,这与根际磷亏缺分布所反映的结果相一致。一般,扩散贡献植物磷吸收量的95%以上,且此贡献率基本不受作物种类、生育期及土壤含水量、大气蒸发力等环境因素的影响。

大豆、玉米、小麦根—土界面Ca、Mg、Na的运移以质流为主,质流量为作物吸收量的数倍~数十倍;K的运移以扩散为主,苗期扩散贡献吸收量的90%以上,但在高含水量的作物生长旺期,K扩散相对贡献率可降低到40%左右,因而钾供应质流时常也有较大的作用。

Fe、Mn、Cu、Zn在根—土系统的运移以扩散和质流何者为主,取决于作物和土壤,也受环境条件的影响较大。小麦和玉米苗期Cu供应基本以质流为主,而玉米Cu供应以扩散为主,Zn供应小麦和玉米,在黄绵土中以扩散为主,在垆土中以质流为主;而供应大豆以质流为主。Fe、Mn供应小麦和玉米以扩散为主,Mn供应大豆在黄绵土上质流和扩散贡献近等。



在垆土中以扩散为主;Fe 与此相反,在黄绵土中扩散贡献稍大,在垆土中质流与扩散贡献约各占一半。一般,土壤含水量高,大气蒸发力强,以及作物生长旺盛吸水较多时,质流的贡献较高,而扩散的贡献比例相应有所下降。

## 土壤因子对次生森林群落变化的影响

安树青 张立新

(南京大学生物科学与技术系,南京 210093)

采用聚类分析、主分量分析和回归分析对紫金山次生森林群落的系列群落,演替途径和演替速率进行了研究。36 个样方被聚类为出 8 个系列群落,类属于 4 个群落类型。紫金山次生森林群落目前的演替趋势为马尾松群落→马尾松、落叶阔叶树群落→落叶阔叶树、马尾松群落→落叶阔叶树群落,但在不同的土壤条件下,阔叶树的侵入、生长状况不同,群落具体的发展途径和速率有差异。主分量分析表明制约森林演替的主要土壤因子为土壤水分和土壤厚度,它们通过对马尾松、枫香、黄檀、栓皮栎等主要树种显著度,及树种竞争能力的作用,对演替产生影响。回归结果显示随着土壤水分和土壤厚度增加,马尾松相对显著度的剧烈减少,黄檀相对显著度的缓慢增加以及枫香和栓皮栎相对显著度的迅速发展,均呈显著关系。

利用 30 个样方和 90 个土样的数据,采用多元线性逐步回归分析,分别探讨了乔木种数、灌木种数、草本植物种数、总种数、总个体数、辛柏森指数和西农—魏耐指数等多样性指数及其发育速率与土壤厚度、土壤湿度、土壤酸度、土壤盐基总量、土壤有效氮、土壤速效磷和土壤钙镁总量的相关性。除个别指数外,大多数多样性指数均受特定的土壤因子组合的影响,辛柏森和西农—魏耐综合多样性指数之间也表现出显著的差异。结果也显示土壤酸度、土壤厚度、土壤湿度、土壤有效氮和土壤速效磷对紫金山次生森林群落多样性的维持和发育起重要的作用。

基于 25 个样方和 125 个土样的数据,利用西农—魏耐(Shannon—Wiener)生态位宽度指数和胡尔伯特(Hurlbert)生态位重叠指数,研究了马尾松、枫香、黄檀、栓皮栎、麻栎在土壤厚度、土壤湿度、土壤酸度、土壤盐基总量、土壤有效氮、土壤速效磷和土壤钙、镁总量等 7 个因子上的生态位宽度和每俩个种之间的生态位重叠。 $F$ -test 和  $T$ -test 显示 7 个因子相互独立,因此,通过 7 个因子上数值的乘积得到了树种的总生态位宽度和总生态位重叠值。因为具有轻的风播种子、随机分布和机会繁殖的特性,枫香和黄檀的生态位较宽,与此相反的栓皮栎和麻栎具有较窄的生态位。控制这种宽度的主要土壤因子为其厚度、酸度、有效氮和速效磷。相似的生态生物学特征使栓皮栎和麻栎具有最强烈的生态位重叠现象。但具有相似的生态生物学特征的枫香和黄檀的重叠值最小,表明其生态位具有泛化现象。

# 金腰燕(*Hirundo daurica japonica*)营巢习性, 季节活动与生态因子的关系

朱 曦 李秋文 陈洪明

(浙江林学院·临安市 311300)

金腰燕 *Hirundo daurica japonica* 在国内分布最广,栖息于建筑物上,与人类关系十分密切。作者于1992和1993年3~10月在浙江临安(30°14'N,119°14'E)进行了初步研究。在金腰燕迁到以后调查窝巢数、筑巢高度、巢基底、巢的量度和巢利用率。繁殖期记录产卵、孵卵、育雏及年产窝数,对孵卵活动进行全天观察。以早晨第1次鸣叫声作为醒觉标志,利用ST-80数字照度计测定醒觉照度、出飞照度,同时记录醒觉时间、出飞时间和环境温度。观察记录154d(1992年136d,1993年19d),其中晴天59d,阴天60d,雨天35d。每天08:00和16:30观察和记录金腰燕的活动和数量。

巢位选择在屋染、屋檐、墙角或楼梯、走廊横梁下方,巢用泥、干草、羽毛和毛发做成,呈壶形。巢口径宽 $9.14 \pm 0.47(5.6-16.0)$ cm;口径高 $4.28 \pm 0.39(3.5-6.0)$ cm;巢高 $11.58 \pm 0.56(5.4-22.0)$ cm;巢宽 $21.16 \pm 0.54(15.5-37.0)$ cm;巢颈长 $7.56 \pm 0.47(2.0-13.0)$ cm;巢全长 $23.00 \pm 0.39(17.0-32.0)$ cm。营巢高度3.0~15.0m,以12.0m分布率最高,为66.10%(1992)、66.00%(1993)。巢的基底以水泥墙壁为主,占90.83%,并有2个或3个附着面,巢出入口朝东最多,占33.93%。

金腰燕于3月27日(1992)、4月1日(1993)迁到,10月3日迁离。2年平均居留期186d。年产2窝。4月中旬开始产卵。孵卵期14.2(13~15)d。9日龄(7月25日)全天育雏205次,06:00,10:00和18:00为育雏高峰。19:15末次归巢,19:27时光照度0.7Ix,全天活动结束。年繁殖成功率为50.00%(1992)和54.72%(1993)。

当3月份气温10.0~15.0℃时金腰燕迁到,9月下旬18.5℃左右迁离。4月份气温低,醒觉和出飞时间迟,5~8月气温增高,醒觉和出飞活动提早,9月下旬气温下降,醒觉和出飞时间又推迟,具有明显的季节性变化。金腰燕平均醒觉照度为45.60Ix(1.60~252.00Ix, N=129)出飞平均照度为74.27Ix(1.80~261.00Ix, N=120)。醒觉时间与醒觉照度有密切的线性相关关系,关系式为 $Y = 61.28 + 0.2757x$ ,而金腰燕出飞时间与照度无线性回归关系。

金腰燕从醒觉到出飞这段时间长短与当天天气情况有关,晴天醒觉到出飞时间间隔为6.53min(1~15min, N=43),阴天为7.48min(1~29min, N=44),雨天为9.85min(2~28min, N=26)。

下雨或刮风不影响金腰燕的活动,但台风、暴雨对金腰燕活动具有明显阻碍作用。阴天和雨天醒觉时间均较晴天迟,醒觉照度和出飞照度也相应较低。



# 海洋细菌在台湾海峡海域初级生产力调控中的作用研究

郑天凌 默哈默德 洪华生  
李文权 郑龙兴 鄢庆枇 陈进才

(厦门大学环境科学研究中心, 厦门 361005)

于 1994 年 8 月, 采用新技术、新方法, 首次在台湾海峡北、南部海域进行海洋细菌丰度、总活菌数、细菌生产力和异养活性研究。结果表明: 该海域海洋细菌丰度的变化范围为:  $5.0 \times 10^7 \sim 5.0 \times 10^8 \text{ Cells/L}$ ; 细菌生长速率为:  $3.0 \times 10^7 \sim 4.0 \times 10^8 \text{ Cells/L} \cdot \text{h}$ ; 总活菌数为  $2.5 \times 10^5 \sim 7.0 \times 10^6 \text{ Cells/L}$ ; 细菌生物量为  $4.0 \sim 29 \mu\text{gC/L}$ ; 海洋细菌的异养活性为:  $0.2 \sim 1.65 \mu\text{g} \cdot \text{G/L} \cdot \text{h}$ 。南部海域的细菌丰度、总活菌数、生长速率和异养活性均大于北部海域。本文评估了海洋细菌在该海域对 DOM 利用速率和微型浮游动物对其摄食速率; 讨论了细菌在该海域的能流、物流和生物生产力调控中的重要性。

## 深圳湾福田潮间带泥滩大型底栖动物群落生态特点

蔡立哲 周时强 林 鹏

(厦门大学环科中心、海洋学系、生物学系, 厦门 361005)

1994 年 2 月、4 月、6 月和 9 月在深圳湾福田潮间带泥滩四次定量取样共获得大型底栖动物 21 种, 其中多毛类 8 种, 软体动物 4 种, 甲壳动物 7 种, 扁形动物和鱼类各 1 种, 没有采到棘皮动物。优势种为羽须鳃沙蚕 (*Dendronereis pinnaticirris*)、腺带刺沙蚕 (*Neanthes glandicincta*)、尖刺缨虫 (*Potamilla acuminata*) 和大螯蛄虾 (*Upogebia major*)。羽须鳃沙蚕和腺带刺沙蚕为河口咸淡水种类, 它们营潜居生活, 尖刺缨虫和大螯蛄虾分别营管栖生活和穴居生活。

深圳湾福田潮间带泥滩大型底栖动物平均生物量和丰度从近岸向远岸增加, 这正与羽须鳃沙蚕 3 和尖刺缨虫的分布相吻合。相反地, 腺带刺沙蚕和大螯蛄虾的平均生物量和丰度则从近岸向远岸减少。这种分布特征与生物的形态结构和潮汐密切相关。尖刺缨虫为管栖种类, 羽须鳃沙蚕为潜居种类, 它们分别靠鳃冠和疣足背面的鳃进行呼吸和生理代谢, 因而均不利于在干露较长时间的泥滩上栖息, 而腺带刺沙蚕和大螯蛄虾以皮肤呼吸, 只要在潮汐的泥滩即可获得氧气。近岸泥滩潮区较高, 显然比潮区较低的远岸泥滩裸露时间长, 因此腺带刺沙蚕和大螯蛄虾在近岸泥滩分布较多, 而羽须鳃沙蚕和尖刺缨虫在远岸泥滩分布较多。

深圳湾福田潮间带泥滩大型底栖动物群落的种类多样性指数(H)、均匀度指数(J)和丰度指数(D)均较低,其平均值分别为 1.5380、0.5636 和 0.8971。这表明该泥滩大型底栖动物种类较少,数量上由少数种类占绝对优势。在优势种中,大螯蛄虾个体相对较小,与羽须鳃沙蚕的个体鲜重相差 15 倍(平均值)。这种现象根据 Warwick 提出的丰度生物量比较法也可得到证实。凡是大螯蛄虾占优势的取样站,底栖动物丰度曲线就位于生物量曲线上方或两条曲线交叉重迭。一般认为,由个体较小的种类为底栖动物群落结构的优势种,说明该群落受到干扰。深圳湾具有河口的水文条件,冬季受东北季风影响,夏季受东南季风制约。由于冷而干燥的东北季风的作用,水温在 2 月份降到 12℃左右,但盐度仍维持在相对较高的水平(26~32)。6 月份,大量的降雨随东南季风而至,增大了淡水流入深圳湾的径流量,盐度降到 5~15。因此,6 月份的底栖动物平均生物量和丰度均比 2 月和 4 月低,说明盐度有一定的干扰作用。

深圳湾福田潮间带泥滩大型底栖动物群落栖息在含粘土和有机碳较高的底质里,底质中粘土和总有机碳的平均含量分别是 55%和 2.23%。羽须鳃沙蚕、腺带刺沙蚕、尖棘缨虫和大螯蛄虾在粘土和有机碳含量较高的环境下能够成为群落的优势种,说明它们是耐高有机质负荷的种类。深圳湾福田潮间带泥滩有机质含量较高与各河流及近岸排入的废水和废物有关。带入深圳湾的悬浮物由于潮水的作用又被带往红树林区及泥滩,这些悬浮物由于红树的阻滞或本身的沉积作用停留在红树林内或泥滩上,引起这些区域有机质含量较高。红树落叶也可增加泥滩的有机质含量。

## 青海高寒草甸蘑菇圈产生菌生态定位研究

吴人坚 谭惠慈 朱世志 张纪忠

(复旦大学环境与资源生物系,上海 200433)

蘑菇圈是由于一类特殊的真菌菌丝体在土壤中快速生长,并在土表产生子实体(蘑菇),而且形成环状分布,它是草原地区(或者庭院草地)常见的一种景观。这些真菌对生境中的植被的影响,有的被危害严重,有的被刺激生长(以上被影响植被也成环状),有的没有明显影响。

1990 年 8 月和 1991 年 7、8 月份,作者在位于青海高寒草甸的中国科学院海北生态系统定位站,进行蘑菇圈产生菌的生态定位研究。

### 1. 研究方法

在大型真菌子实体发生时期,在野外观察和记录子实体形成的日期、地点、生境、生长发育特点;采集真菌(并摄影)、种子植物和土壤标本;测定和记录子实体发生地点的小气候(气温和相对湿度);回实验室后,进行土壤含水量测定;对真菌和种子植物进行分类鉴定,对部分真菌进行组织分离、培养,将真菌和植物做成干标本;最后利用定位站的气象观察记录(包括气温、地温、降水量和相对湿度)和作者测定的小气候记录及室内外测定和记录的其他资料进



行生态分析。

## 2. 观察结果

2.1 黄绿蜜环菌(*Armillaria luteo-vireus*)和蘑菇(*Agaricus campestris*)是二种蘑菇圈产生菌。作者在定位所附近采集到当地称为黄菇的可食用蘑菇共27号标本,经鉴定为黄绿蜜环菌〔黄环菌 *Armillaria luteo-vireus* (Alb. et Schw. ex Fr.) Sacc.〕。另外采到当地称为白菇的可食用蘑菇共19号标本,经鉴定为蘑菇(四孢蘑菇、雷窝子 *Agaricus campestris* L.)。

## 2.2 蘑菇圈产生菌的确认是由于:

(1)现场观察到子实体成环状排列,子实体间土壤中发现菌丝体;(2)生长蘑菇圈产生菌的场所,在第二年发现草本植物生长特别旺盛,并成圈排列;(3)前几年在定位站附近经常发现这二种蘑菇形成的蘑菇圈。

2.3 这二种蘑菇都分布在矮蒿草草甸上,其中垂穗披碱草与蘑菇圈产生菌关系密切,曾发现其长成植物圈。

2.4 这二种蘑菇都属于低温菌,形成子实体适温为7.7—14.3℃,当子实体形成前10天内降水量为5.5—57.4mm,前20天内降水量为26.4—102.1mm,便可形成子实体,1990—1991年较少发现蘑菇圈,尤其未发现与植物圈同时存在,可能与这二年5—8月降水量比前几年有较大减少有关。

## 3. 展望

蘑菇圈的研究有重要理论意义,生态系统是现代生态学研究的热点,生态系统中种群之间的相互关系又是其中重要命题。蘑菇分泌化学物质促进或抑制草本植物的生长发育,这与生物之间的共生、寄生相似,是一类较为特殊的相互关系,今后,可以侧重探访蘑菇对草本植物的作用机制的及与其他微生物的相互关系。另外,蘑菇圈对草原尤其庭园草地为害的防治,以及不少蘑菇圈产生菌有食用价值,其驯化、栽培也是很重要的工作。

# 星星草耐盐碱生理机制的初步研究

孙国荣 阎秀峰 李景信

(哈尔滨师范大学生物系,哈尔滨 150080)

星星草(*Puccinellia tenuiflora*)是一种盐碱耐性较强的禾本科牧草,近年来被筛选经人工种植用于改良碱化草地效果良好,在黑龙江等地有一定面积的应用,但有关星星草在盐碱胁迫下的反应和星星草对盐碱胁迫的抗性生理机制研究甚少。星星草应用最多的松嫩草地的盐碱土是以 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 和 $\text{NaHCO}_3$ 为主要成分的,本文以模拟松嫩草地碱化土壤离子组成配制的混合盐溶液处理星星草幼苗,探讨星星草幼苗抗盐碱生理机制。初步研究结果分述如下:

## 1. 盐碱胁迫对星星草幼苗生长的影响

用模拟松嫩草地碱化土壤离子组成配制的混合盐溶液处理星星草幼苗,测定了长度和

鲜重的变化。盐碱胁迫对星星草幼苗长度增长的抑制作用是地上部略强于地下部,而对于鲜重增长的抑制作用是地下部略强于地上部。

#### 2. 盐碱胁迫对星星草幼苗膜透性的影响

用模拟松嫩草地碱化工土壤离子组成配制的混合盐溶液处理星星草幼苗,测定叶片电解质和  $K^+$  外渗率。其外渗率随盐碱胁迫的增强而增加,表明膜透性随盐碱胁迫的增强而增大。

#### 3. 盐碱胁迫对星星草幼苗光合特性的影响

随着胁迫强度的增加,星星草幼苗光合速率下降,但在此 0.2% 处却有一个降值,说明低盐情况下对于星星草幼苗的生长要强于无盐情况。类似的是气孔导度,但峰值在此 0.4% 处。气孔导度和光合速率有高度的相关关系。叶内  $CO_2$  的浓度从另一方面反应了光合作用。光合速率高则叶内  $CO_2$  浓度低,反之则高。

#### 4. 盐碱胁迫对星星草幼苗蒸腾特性的影响

盐碱胁迫对星星草幼苗蒸腾速率随盐胁迫的增强而增加,但是盐碱胁迫超过一定限度(0.8%)后则蒸腾速率迅速降低。水分利用效率是反映植物对逆境特别是水分胁迫和盐碱胁迫适应能力的一个指标。本实验中,0.2% 盐碱胁迫下星星草幼苗的水分利用效率最高,而后随胁迫增强,水分利用效率逐渐减低。

#### 5. 盐碱胁迫下星星草幼苗可溶性盐含量的变化

随着环境中盐胁迫强度的增加,星星草幼苗中可溶性盐的含量也逐渐增加。但胁迫盐浓度到处 4.0% 以后,特别是 6.0% 时,盐的含量增加幅度逐渐增大,说明幼苗已受到严重伤害。膜系统功能减弱,盐分大量侵入。 $Na^+$  含量有类似的变化。 $K^+$  在植物的生活中具有重要意义。低盐胁迫下, $K^+$  含量随胁迫强度增加而减少,但当胁迫超过一定限度后, $K^+$  含量则迅即增加,这也是膜的功能减弱的结果。

#### 6. 盐碱胁迫下星星草幼苗游离脯氨酸和可溶性糖的累积

游离脯氨酸和可溶性糖都是重要的渗透调节物质。随着盐碱胁迫程度的增加,星星草幼苗中游离脯氨酸和可溶性糖都增加,其累积程度超过一般植物,说明星星草幼苗在盐碱胁迫下的渗透调节能力是很强的,这是星星草对盐碱具有高度耐性的原因之一。

## 三种草本植物种群生殖配置的比较研究

苏智先 钟章成

(西南师范大学生物系,重庆 630715)

生殖生态学(reproductive ecology)是研究生物生殖过程与其生存环境间的相互关系及其作用机理的科学(苏智先,1987,1988,1990)。它是种群生态学中一个崭新的分支,在国外已有大量研究(Bazza,1992,1993,1994),但国内仅刚起步。该学科的核心内容是研究生物生长发育过程中能量和物质对生殖过程的配置,即生殖配置(reproductive allocation, RA)。生



殖配置可进一步分为 RA 和 RE(reproductive effort), RE 称为生殖投资。本文作者以亚热带常见的三种不同形态特征的草本植物(接骨草 *Sambucus chinensis*, 旱稗 *Echinochloa crus-gallivar. hispidula* 和大车前 *Plantago major* 为研究对象, 用现存生物量和水分含量为指标, 从种群水平上探索了三种植物在营养生长期、盛花期和果熟期的 RA 与 RE 值变化规律。

## 1. 生物量配置

1.1 营养生长期 三种草本植物营养构件生物量配置分别为: 接骨草, 根 27.14%, 茎 45.26% 和叶 27.60%; 旱稗, 根 12.45%, 茎 16.65% 和叶 70.89%; 大车前, 根 11.43%, 茎 6.11% 和叶 82.46%。三种植物的 RA 和 RE 均为 0.00%。

1.2 盛花期 接骨草生物量配置为: 根 28.36%, 茎 41.07% 和叶 28.23%, RE = 2.33%, RA = 1.81%; 旱稗, 根 9.82%, 茎 29.17% 和叶 41.53%, RE = 19.48%, RA = 16.89%; 大车前, 根 10.27%, 茎 4.52% 和叶 69.98%, RE = 15.22%, RA = 8.02%。

1.3 果熟期 各物种的生物量配置为: 接骨草, 根 21.69%, 茎 51.88% 和叶 23.84%, RE = 2.59%, RA = 1.53%; 旱稗, 根 8.28%, 茎 25.05% 和叶 49.61%, RE = 17.04%, RA = 14.53%; 大车前, 根 7.01%, 茎 2.22% 和叶 57.80%, RE = 22.14%, RA = 22.03%。

## 2. 水分配置

2.1 营养生长期 水分在三种植物中的配置分别为: 接骨草, 根 30.76%, 茎 42.41% 和叶 26.83%; 旱稗, 根 4.87%, 茎 23.29% 和叶 71.84%; 大车前, 根 2.13%, 茎 1.06%, 叶 96.81%; 各种之 RE 和 RA 均为 0.00%。

2.2 盛花期 接骨草水分配置为: 根 27.36%, 茎 37.64% 和叶 32.44%, RE = 2.56%, RA = 1.69%; 旱稗, 根 4.83%, 茎 44.57%, 叶 39.4%, RE = 11.56%, RA = 10.61%; 大车前, 根 4.36%, 茎 3.37%, 叶 77.75%, RE = 14.53%, RA = 8.12%。

2.3 果熟期 接骨草水分配置为: 根 19.65%, 茎 50.76%, 叶 26.68%, RE = 2.92%, RA = 0.99%; 旱稗, 根 9.26%, 茎 38.32%, 叶 42.06%, RE = 10.36%, RA = 8.24%; 大车前, 根 3.43%, 茎 2.49%, 叶 74.79%, RE = 19.30%, RA = 9.94%。

研究结果分析表明, 三种植物从营养生长期至果熟期, 生物量和水分在营养构件中的配置呈递减趋势; 在生殖构件中的配置呈递增趋势, 在果熟期 RE 和 RA 达最大值。三种植物之 100 株生物量均值为: 接骨草 438.8213g/株, 旱稗 3.0786g/株, 大车前 1.4834g/株, 而 RE 依次为 2.5%、17.04% 和 22.13%, RA 分别为 1.53%、14.53% 和 22.03%。可见其单株平均生物量越大, 生殖配置越小。

# 自然条件下植物叶片二氧化碳同化率 昼夜变化的生理生态特性

赵 平 余作岳 曾小平

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

自 1984 年起, 中国科学院鹤山丘陵综合试验站开始丘陵荒坡退化生态系统的植被恢复的研究, 从国内外引种 170 种木本植物, 这些速生树种具有较高的光合速率。植物的净生产力取决于白天通过叶片光合作用所同化的二氧化碳而获得的能量与在白天和夜间植物叶片及其它器官呼吸等生理活动所消耗的能量之差。这里, 白天叶片的净光合与夜间呼吸所支配的能量占据植物所有生理活动所需能量的相当部分; 两者的收支平衡, 决定了植物树冠的能量动态。本文从植物光合生理生态学这个角度着手, 选择在鹤山试验站大面积种植的、具有代表性的 13 种乔木, 利用植物二氧化碳同化分析仪, 分别于干、湿季节, 在该站野外观测它们叶片的二氧化碳同化率的全天变化。13 种乔木树种大致归为三类: 大叶相思、马占相思、绢毛相思、海南红豆、南洋楹为豆科固氮阔叶树种; 红荷、木荷、阴香、樟树、红椎是非固氮乡土树种类; 马尾松、湿地松、加勒比松属针叶类。

根据观测结果、分析各种植物白天净光合速率变化曲线类型的特点和夜间呼吸与气温的一元回归关系(右图示红荷的叶片  $\text{CO}_2$  同化率的昼夜变化, 实线与虚线分别表示在湿、热的 7 月与旱、冷的 1 月的观测结果)。在多雨、高温的 7 月间, 日间净光合速率的变化趋势基本上随光合有效辐射而变动, 白天的光合时间比 1 月长 1.5—2 个小时; 固氮类植物上午光合上升较快, 中午午休现象与乡土树种相似, 表现不明显, 针叶树光合曲线中午下陷特别明显。在干旱、低温的 1 月, 白天光合速率曲线的宽度较窄, 豆科阔叶树种的午休现象仍然是不明显, 乡土树种则为典型的半日峰型; 7 月植物叶片白天平均净光合速率比一月略高, 但差异不大。针叶树中, 湿地松的光合能力最差, 平均值远低于马尾松和加勒比松。

进入夜间, 植物叶片由于没有光照而只进行呼吸活动, 1 月份的夜间呼吸强度由于温度比 7 月份低而较弱, 一元回归分析结果表明: 1 月份阔叶树叶片夜间呼吸与气温之间不存在线性关系, 7 月间则呈反相关, 其原因是该月平均气温较高( $25^\circ\text{C}$  以上)、特别是当温度超越最适范围时, 呼吸生理代谢中的生化反应温度系数急剧下降, 此时温度往往成为抑制呼吸的因子, 该结果间接地说明了这些阔叶树种对高温的适应; 控制呼吸, 有利于避免过分消耗能量。针叶树的针叶结构上有厚的角质膜, 气孔向叶肉下陷, 表面积极小, 对温度不敏感, 回归分析进一步证明, 无论是在 7 月还是 1 月它们的夜间呼吸与气温不呈现任何线性关系。

准确地评价植物叶片昼夜能量的收支平衡, 需要研究白天净光合的累积量与夜间呼吸的累积量, 要达到此目的, 在观测时间点上需增加观测密度与频度, 以便建立能模拟植物叶片二氧化碳同化速率昼夜变化的数学模型或数学方程式。这方面的研究将是今后进一步探讨借助光合生理生态学原理来研究植物生产力的方向。



# 青冈常绿阔叶林养分循环中降水的作用<sup>①</sup>

于明坚 陈启常 李铭红

(杭州大学生命科学学院, 杭州 310012)

生物多样性是当代生态学的热点之一, 其中一个重要的内容便为生态系统的生态过程, 它包括能量流动、物质循环和信息传递等。降水在养分循环中具有双重功能, 它是生态系统养分元素的输入源之一, 同时在植物群落养分归还至土壤中起着重要作用。本文研究了青冈常绿阔叶林生态系统林冠中因降水形成的养分流, 结果显示:

本区每月的降水量与青冈林冠流量之间呈正相关( $r=0.995, p<0.001$ ), 年冠流量占降水量的 91.31%, 茎流量和林冠截留量占 8.69%。在降水过程中, P、K、Ca、Mg、Mn、Cu 和 Zn 等养分元素都受到了不同程度的淋溶, 冠流和降水中各元素浓度之比为 1.18—11.21, 其大小顺序为  $Mn>K>Ca>Mg>Cu>P>Zn$ 。本区土壤中富含 Mn, 可能导致植物体内积累的 Mn 过剩, 人而易与降水中的  $H^+$  交换而释放。每年通过降水输入的元素量(kg/ha/yr) P 为 0.42, K 为 7.10, Ca 为 12.15, Mg 为 2.67, Mn 为 0.19, Cu 为 0.43, Zn 为 48.84, 总量为 71.8, 一定程度上补充了系统中养分元素的流失。每年通过冠流的各元素归还量(kg/ha/yr) P 为 0.48, K 为 36.71, Ca 为 20.11, Mg 为 3.36, Mn 为 1.70, Cu 为 0.48, Zn 为 7.83。除 Zn 之外, 其余 6 个元素的归还量均比输入量大, 说明降水对它们的归还起着更大的作用, 并且对不同元素起的作用有一定的差异, 而 Zn 的输入量特别大很可能是因为盛降水的容器为玻璃瓶。尽管不同月份降水和冠流中各养分元素的含量有差异, 但由于降水量和冠流量的季节分配十分不均, 故元素输入量和归还量的季节变化基本上与降水量和冠流量一致。每月降水中的元素输入量与冠流中各元素量之间均呈正相关, 而每月输入量与归还量之间仅 P、Ca 和 Mn 三个元素具正相关( $P$  至少  $<0.05$ )。以上结果反映了降水对林冠中各养分元素的淋溶作用强度不仅与降水量有关, 还与各元素的淋溶性及植物体对它们的需求状况有关。

<sup>①</sup> 本文为国家和浙江省自然科学基金资助项目

# 喀斯特森林树种水分生态研究

朱守谦 何纪星 韦小丽

(贵州农学院林学系,花溪 550025)

湿润地区喀斯特森林树种耐水分胁迫的生态学研究甚少。本研究在阐明喀斯特生境水分胁迫特征的基础上,揭示了树种耐水分胁迫的途径和类型。

黔中湿润地区喀斯特地貌上土壤水分动态具有下列特征。①表层含水量变化大,全年可划分为1个高墒期(5~6月)、4个低墒期(4、7、9、11月)、3个中墒期(12~3、8、10月),干湿交替明显,且与降雨分布相吻合。深层含水量变动小。②土壤水分亏缺具临时性,出现频率高,持续时间短。参照常见树种的凋萎系数及土壤含水量占田间持水量的比例,可区分出轻度、中度、重度亏缺3种。各类石灰土年累计出现水分亏缺次数4~21次,持续时间少则5~8天,多则15~30天。③土壤水分状况的异质性极高。表现为相同土壤上由于微地形,地面覆盖等不同,含水量及其变化趋势,水分亏缺出现的次数、程度、持续时间上有很大差异。④水分亏缺虽与降雨分配不匀有关,更是由于土层薄,土被不连续,岩石渗漏性强,土体贮水能力低。故厚土的亏缺程度低于薄土,石灰土明显高于各种黄壤。

用土壤—植物—大气连续体(SPAC)的观点,研究植物吸收、贮存、散失水分的潜势及水分平衡的维持。通过20余个树种的蒸腾速率、水势的日进程、年进程的测定,15个叶子形态、解剖、含水量指标的测定,15个树种PV曲线的制作以及常见种的水分胁迫实验研究,表明喀斯特森林树种对水分胁迫的适应有不同的形式和途径,具极高的多样性。表现在它们在吸水能力(如水势、渗透势及其调节等)、持水、输水、耐脱水能力(如束缚水含量及与自由水的比值、叶脉密度、水分饱和亏缺等)、失水能力(如蒸腾速率、气孔密度、角质层厚度、硬叶指数等)方面的分异极大。多元分析结果表明可以归纳为4大类型,即①高吸收,中调节,中持水,中散失能力类,简称高输入中输出型。多为落叶乔木。②中吸收,高调节,低持水,高散失能力类,简称中输入高输出型。亦为一些落叶乔木。③高吸收,中调节,高持水,低散失能力类,简称高输入低输出型。多为常绿针叶阔叶树。④低吸收,低调节,低持水,低散失能力类,简称低输入低输出型。为少数常绿阔叶树。各种不同潜势的组合殊途同归,使这些树种能维持各种水平的水分动态平衡,从而在喀斯特森林中成为常见或优势种。

湿润地区喀斯特森林树种对水分胁迫的适应方式和途径与干旱地区相比,虽有程度上的不同,却无本质上的差异。这是因为湿润地区是临时性干旱,总体上水热条件优于干旱地区。也因为贵州各地地理成分植物的分布交错迭置明显,植物区系的复杂性和过渡性高,所以物种资源丰富,遗传基础多样,变异丰富,自然选择的压力驱使它们对于干旱的适应方式途径多样。这与干旱地区和地中海气候区演化策略不同,后者生活型与结构的趋同是最典型的。贵州喀斯特地区温度条件好,水分胁迫的选择压力塑造了常绿与落叶,乔木与灌木,低水势与高水势,低蒸腾速率与高蒸腾速率,大而薄的叶与小而厚的叶,硬叶指数、水分饱和亏缺、



弹性模数等参数各不相同的植物共存。生态适应类型的多样更增加了喀斯特森林的科学研究和保护价值。

本研究亦为喀斯特地区人工造林树种选择、配置、造林技术措施制订、植被自然恢复的实施提供了科学依据。

## 小麦与白茅化学生态研究

李善林 由振国 李孙荣

(北京农业大学植物科技学院, 北京 100094)

华北地区农民在白茅发生严重的地块中, 种植小麦或用麦糠覆盖, 连续三年, 白茅消失。立足于此, 从 1985 年起, 作者开始了小麦对白茅的化感作用研究。

### 1. 小麦对白茅化感作用的确证

1.1 大田试验: 1985—1987 三年时间里进行了耕翻种麦, 耕翻不种麦及不耕翻种麦。结果除了耕翻措施有一定的防效外, 连续三年种麦后白茅基本消失。

1.2 小区试验: 在施足底肥及改善灌溉条件后, 移入小麦的白茅生长区, 白茅的株高干重等项目皆与对照区有明显差异, 抑制率为 70.90%。

1.3 根箱试验: 小麦和白茅种植在根箱中(三面铁皮, 一面玻璃), 单种白茅作对照。结果混种白茅的根、茎、干重抑制率均为 83%。

1.4 梯级循环装置: 将小麦与白茅单独种于瓦盆中, 按小麦——白茅——小麦的顺序梯级排列, 各盆间进行营养液循环, 供水分。麦熟后, 所有白茅生长抑制率均为 80% 以上。

### 2. 活性物质产生途径(1987—1990)

2.1 淋洗物中无活性物质, 小麦没有通过茎叶淋洗途径释放活性物质。

2.2 根分泌物中含有活性物质, 在 500PPM 浓度下, 对发根数、根长、根干重、鲜重抑制率都在 32.8% 以上, 可见在小麦发育期中, 根分泌是释放活性物质的主要途径, 采用唐扬吸附法能够富集到活性物质。

2.3 麦根中活性物质可用水浸提得到, 在小麦发育过程中, 根组织不断脱落, 麦收后, 麦根又留于土壤中, 两部分根经水浸或微生物离解后水浸出, 释放出活性成分。

2.4 麦秸中含活性成分, 可用水浸提得到, 水浸提物经 3520 树脂柱, 能够分离出活性成分。

2.5 颖壳中活性成分可用水浸出, 水浸液通过 3520 树脂柱分离得到。

综上所述, 小麦根、秸秆、颖壳中含有活性成分, 是分离活性成分的重要材料。

### 3. 活性成分的分离与鉴定(1989—1992)

利用 3520 树脂、硅胶柱、葡聚糖凝胶柱从小麦颖壳水浸体物中分离出 4 个具有高活性的组分, 证明小麦对白茅的克生作用是多化合物的复合效应, 通过 TLC 和 HPLC 分析初步鉴定出小麦提取物中含有抑制白茅生长的化学物质, 即对羟基苯甲酸。

#### 4. 甲醇洗脱物对白茅的生长影响(1990—1994)

颖壳水浸提物经 3520 树脂分离得到高活性的甲醇洗脱物。

4.1 盆栽涂抹试验: 甲醇洗脱物在每株 24mg 的剂量下对盆栽白茅的生长抑制率在 24 天后达 94%。

4.2 温室涂抹试验: 温室内用甲醇洗脱物处理的 30 株白茅(24mg/株), 5 天后白茅即表现出受害症状失水、萎蔫。24 天后, 4 株死亡, 24 株完全受抑制, 即地上部分株高、叶龄未变, 叶片变黄, 2 株生长变化不明显; 50 天后 20 株白茅根系和叶片的抑制率仍分别达 88% 和 92%。

4.3 大田涂抹试验: 用甲醇洗脱物(24mg/株)涂抹大田白茅。白茅地上部分抑制率达 94%。

## 蟛蜞菊的化学他感作用及其成分研究<sup>①</sup>

曾任森 骆世明 林象联

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广州 510642)

蟛蜞菊(*Wedelia chinensis*)是华南常见的园林绿化草本植物, 它常以纯种群落成片生长。本研究通过研究其水抽提物、根分泌物、挥发性物质、残体分解物、着生土壤、自然分泌物, 证实了蟛蜞菊具有很强的化学他感作用, 并对其他感作用成分进行了分离与鉴定, 对水抽提物对萝卜根尖生长点细胞、亚细胞结构的影响进行了电镜观察。

用组织培养的方法发现蟛蜞菊的自然分泌物对萝卜种子的萌发抑制率达 87.9%, 对幼苗芽生长抑制达 99.44%, 对黄瓜幼苗芽生长抑制也达 89.9%。与其它 7 种草本植物水抽提液相比, 蟛蜞菊的水抽提液抑制作用最强。用砂培收集根分泌物发现蟛蜞菊根分泌物对萝卜、水稻、黄瓜和绿豆的幼苗生长有显著抑制作用。在水培系统中, 用 XAD-4 树脂收集根分泌物, 并用制备薄层层析进行分离, 获得活性很强的两个组分。用水蒸汽蒸馏法收集的蟛蜞菊地上部挥发油, 能显著抑制莴苣、水稻、饭豆和三叶鬼针草的种子萌发和幼苗生长。在密闭容器中, 蟛蜞菊地上部自然挥发物能显著抑制萝卜、水稻、绿豆、黄瓜、马唐、空心莲子草及蟛蜞菊的种子或茎节萌发和幼苗生长。蟛蜞菊在旱地中分解残体随时间延长, 他感作用减弱, 长于 35 天后无抑制作用。种植了两年的蟛蜞菊群落着生表土有明显的他感作用。蟛蜞菊各器官水提物他感抑制作用由强到弱的顺序是: 叶 > 茎 > 花 > 总植株 > 根。

在 EM400 透射电镜中观察经不同浓度蟛蜞菊水物处理过的萝卜根尖生长点细胞, 发现从细胞壁到细胞核到细胞器都发生了不正常的变化。随着浓度的升高, 细胞壁变得越来越宽, 越来越弯曲; 细胞核越来越不规则, 萝卜产生大量树脂状突起; 高尔基体数目及其囊层增加; 内质网及核糖体减少, 内质网网腔膨大; 液泡体积变大, 细胞逐渐液泡化, 吞噬作用增强

① 国家自然科学基金资助的项目



等。

用色谱分离方法结合生物活性跟踪,从娜琪菊地上部分分离得到两个纯化合物,用红外光谱、元素分析、核磁共振( $^1\text{H}$ NMR,  $^{13}\text{C}$ NMR)和质谱测定。

## 柠檬桉的他感作用研究<sup>①</sup>

曹潘荣 骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所,广州 510642)

在自然界中,常常发现一些茂密的桉树林下寸草不长的现象,通常人们把它归结为桉树对水、肥、光竞争的结果。本文用萝卜作受体研究柠檬桉的分泌物对其它植物是否有抑制作用,并进一步研究柠檬桉他感作用效果、不同植物种类对他感物质的敏感性以及他感作用受环境因素影响的程度,试图从化学生态学角度解释不同环境条件引起桉树群落的结构差异现象。

研究表明,柠檬桉叶片的水抽提液、挥发性气体和根系分泌液对萝卜种子的萌发、胚根和胚芽生长均有明显的抑制作用。证实了柠檬桉叶片和根系分泌物中均含有水溶性或挥发性抑制物质,这些物质是造成柠檬桉树林下不长其它植物的重要原因。被他感物接触的种子用清水洗干净,脱离与他感物接触的生物测定结果表明,水溶性他感物质的抑制作用效果只是暂时的、可逆的;而挥发性他感物质作用效果是致死性的、不可逆的。

受体植物对水溶性和挥发性他感物质均有不同的敏感性,其敏感性由强到弱的顺序为马唐、三叶鬼针草、大画眉草、玉米、柱花草、狗尾草、水稻、黄瓜、豆角。三叶鬼针草和柱花草对柠檬桉挥发性他感物质更为敏感,三叶鬼针草的敏感性比马唐还强,柱花草则仅次于大画眉草。

柠檬桉他感作用受环境因素影响较大。在年周期中有季节性变化规律,其抑制作用与采集前一个月的降雨量有明显的负相关。他感物质在土壤中能随时间的延长而被分解,水溶性他感物质比挥发性他感物质降解速度要大。两类他感物质在土中均能被水淋走,但水溶性他感物质更不易在土中的滞留;而挥发性他感物质在土壤中滞留时间较长,容易累积。

他感作用规律是桉树适应生存环境的变化,在竞争中形成的适应性。为减少其它植物对水分和养分的消耗,干旱季节,桉树体内产生他感物质多,通过根系分泌或雾滴进入土壤抑制其它植物生长。在自然界中也常见到某些桉树林下其它植物长得不错的现象,这主要是由于这引起地区水分比较充足或土质较好,桉树对水分和养分的竞争压力减轻,体内产生的他感物质减少,而且水分很容易把他感物质淋走,从而使桉树对其树冠下的其它植物抑制作用减弱。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目。

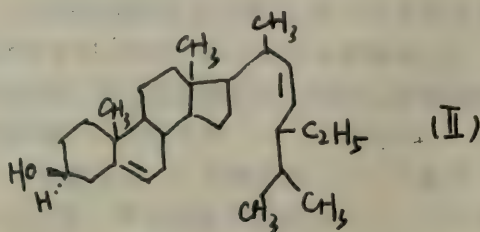
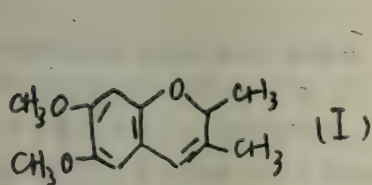
# 胜红蓟(*Ageratum conyzoides* L)地上部生化他感作用物的分离与鉴定<sup>①</sup>

韦琦 曾任森 孔垂华 骆世明 曾强\* 谭惠芬\*

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广州 510642)

胜红蓟是我国南方旱地常见的杂草, 它能终年生长, 种子数量多, 萌发率高, 具有较强的侵占能力, 在部分旱作地、桑田及橡胶幼木林段造成较严重的危害。关于胜红蓟的生化他感作用, 我们已做过报道。本研究采用分离与生物测定跟踪活性成份相结合的方法来分离和鉴定胜红蓟地上部的生化他感作用物。

胜红蓟地上部分凉干材料在室温下用石油醚浸提, 提取物对受体(稗草和萝卜)幼苗生长具有强烈的抑制作用。提取物浓缩后用柱色谱分离得到五个组分, 取其中对受体抑制作用最强的组分, 效应指数 RI 值 = -0.503, 进一步用柱色谱分离, 又得到五个组分。继续取对受体抑制作用最强的组分, RI 值 = -0.723, 其余组分 RI 值均小于 -0.5。进一步用柱色谱分离, 得六个组分, 其中抑制作用最强的组分 RI 值达 -0.864, 其次一组分 RI = -0.499, 接近第一次分离时抑制作用最强的组分。将 RI 值为 -0.864 的组分用高压液相制备色谱分离, 得一浅黄色晶体(化合物 I), m. p 44-47°C 易溶于有机溶剂, 不溶于水; RI = -0.499 组分经重结晶方法纯化得一白色晶体(化合物 II), m. p 162-164°C, 易溶于极性有机溶剂, 不溶于水, 经 IR, NMR (<sup>1</sup>H 和 <sup>13</sup>C) 谱测定, 并于 sadtler 标准图谱对照确定化合物 I 为胜红蓟素(化学名: 6,7-二甲氧基-2,2-二甲基色烯), 化合物 II 为 5,22-二烯-3-β-豆甾醇。



上述分离结果显示, 每分离一次, 分离组分对受体的抑制作用就进一步加强(RI 值为 -0.503, -0.723 和 -0.864), 说明作用物的纯度与对受体抑制效果有正相关关系, 而各化合物之间无协同关系。

将化合物 I 配成溶液作用于稗草和萝卜, 其中 500ppm 浓度对稗草生长达到完全抑制, 对萝卜的抑制率也达 90%。浓度降到 25ppm 时, 对稗草和萝卜的幼苗生长仍具有显著的抑制作用。而化合物 II 在 1000ppm 高浓度时才对稗草和萝卜的幼苗生长起抑制作用, 这与前

<sup>①</sup> 国家自然科学基金和元素有机化学重点实验室(南开大学)开放基金资助课题

\* 南开大学国家元素有机化学重点实验室, 天津 300071



面分离时生测跟踪的实验结果一致。本研究结果表明,胜红蓟素是一个值得研究的天然除草剂。前人研究还表明胜红蓟素对昆虫发育具有活性,是一种天然的保幼激素;植物次生代谢产物具有多种生态功效的现象值得注意。

\* \* \* :RI 值为他感作用效应( $RI > 0$  为促进,  $< 0$  为抑制),当  $T \geq 0$  时,  $RI = 1 - C/T$ ; 当  $T < 0$  时,  $RI = C/T - 1$ 。其中  $C$  为对照值,  $T$  为处理值。

## 木麻黄小枝的生化他感作用及其有效成份的分离与鉴定<sup>①</sup>

邓兰桂 孔垂华 骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广州 510642)

木麻黄(*Casuarina equisetifolia* Forest)适宜在华南沿海沙滩种植,是我国沿海地带重要的防护林树种。然而木麻黄群落容易衰退,尤其是第二代林木会出现严重病虫害以至大量死亡。对于木麻黄衰退的原因,人们从病害、土肥适应性等方面做过大量的研究。本研究从化学生态学的角度入手,探讨木麻黄衰退的内在原因,并研究其与其它植物之间的生化关系。

研究表明:木麻黄组织产生的次生代谢物质对萝卜、生菜和稗草具有生化他感作用,对木麻黄自身生长具有毒害作用,说明自毒作用是木麻黄群体衰退的一个重要原因。用冷水直接浸提、捣烂浸提和热回流抽提三种方式获得的木麻黄小枝水抽提物对受体(萝卜、生菜和稗草)幼苗生长具有显著的抑制作用。木麻黄小枝土壤分解物也显著地影响受体幼苗的生长,尤其对稗草生长的抑制随着时间的延长而加剧。特别重要的是抽提物能显著地抑制木麻黄自身幼苗的生长,证明了自毒现象的存在。

用乙醇浸提木麻黄小枝,得到的提取物利用柱层析、薄层层析、高压液相色谱分离到五个黄酮类化合物和一个阿魏酸衍生物。并利用 IR、NMR( $^1H$  和  $^{13}C$ )谱鉴定它们的结构,分别是:A. 山奈黄素-3- $\alpha$ -鼠李糖苷;B. 懈皮黄素-3- $\alpha$ -阿拉伯糖苷;C. 木犀黄素-3',4'-二甲基-7- $\beta$ -鼠李糖苷;D. 山奈黄素-3- $\beta$ -双鼠李糖苷;E. 懈皮黄素-3- $\beta$ -葡萄糖苷;F. 3,4-二甲氧基阿魏酸甲酸。用 A、B、C 三种化合物分别对稗草和木麻黄种子进行生物活性测定,结果表明三种化合物均显著地影响稗草和木麻黄幼苗的生长。其中 A 对稗草和木麻黄苗的抑制作用最强,C 对稗草和木麻黄根生长的抑制作用最强。值得一提的是,在木麻黄自毒作用中,抽提物和分离得到的纯化合物虽然都表现抑制作用,但纯化合物不同程度地刺激侧根的生长,而抽提物则没有,这说明抽提物混合物中各化合物之间存在协同作用。

本研究还探讨了生化他感作用物浓度与温度的交互作用,证明受体在高温或低温的逆境条件下使生化他感作用效应的加强。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金和应用有机化学重点实验室(兰州大学)开放基金资助课题

# 粤桂琼蚋科昆虫的初步调查

安继尧 郝宝善\* 龙芝美\* 严 格

(军事医学科学院微生物流行病学研究所, 北京 100071)

广西僮族自治区、广东省和海南省, 有关蚋科昆虫的调查资料很少, 仅作者于 1986—1993 年, 在上述三省区进行了蚋科昆虫的调查, 先后发表了三篇新种描述文章, 其余尚未见报道资料。本文仅就蚋的调查种类, 加以报道。

调查的方法是, 在平原和山间溪流中, 从浸没水中的植物茎叶、石块、砖头及其它杂物上, 采集蚋的幼虫和蛹, 并用昆虫网采集成虫。将采到的成熟幼虫放入盛有 75% 酒精的小玻璃指管中, 同时写好日期、地点和海拔高度的标签放入小指管内保存。把单个无损较成熟的蛹放入小指管中, 在蛹的下面垫有一小团浸湿的棉球, 棉球上放一片纸垫, 指管口用松棉球堵住, 携回室内待其羽化。羽化后的成虫用毒瓶麻死, 然后将成虫和蛹皮分别用软纸包好, 两者按幼虫的要求写好相同的标签保存。在溪流岸边, 用挥网法采集成虫, 将采到的成虫用毒瓶麻死后, 用软纸包好, 并写好与上述同样的标签。

经整理鉴定, 共一属三亚属 21 种蚋, 其中国内已知蚋 8 种, 4 新种(已发表), 1 种新记录, 两新种待审定和 6 个未定种。在未定名的蚋中, 有两种为蚋亚属, 分别分布在广西的凭祥和三亚; 另外 4 种为绳蚋亚属, 均在海南琼中获得。现将已定名的蚋种列表如下。

## *Simuliidae* 蚋科

### *Simulium* Latreille, 1802 蚋属

#### *Subgenus Eusimulium* Roubaud, 1906 真蚋亚属

#### 1. *aureohirtum* Brunetti, 1911 黄足真蚋

采集地: 广西的凭祥、大新、龙州; 广东的台山、上川岛、揭阳、丰顺、兴宁、广州、韶关、湛江、濠江、徐文; 海南的三亚、尖峰岭。

#### 2. *chitoense* Takaoka, 1979 查头真蚋

采集地: 海南的尖峰岭

#### *Subgenus Simulium* Latreille, 1802 蚋亚属

#### 3. *digitatum* Puri, 1932 地记蚋

采集地: 广西的龙州

#### 4. *nodosum* Puri, 1933 节蚋

采集地: 广西的龙州、大新; 广东的揭阳、湛江; 海南的三亚、尖峰岭。

#### 5. *nitidithorax* Puri, 1932 亮胸蚋

采集地: 海南的三亚、琼中。

\* 广州军区防疫队



6. *quinquestriatum* (Shiraki, 1935) 五条蚋

采集地:广西的凭祥、龙州;广东的台山、上川岛、揭阳、湛江、濠江;海南的三亚、尖峰岭、通什、琼中。

7. *Sakishimanse Takaoka*, 1977 崎岛蚋

采集地:广东的兴宁、丰顺。

8. *haidaostum* sp. nov. 海岛蚋 (投稿待定)

采集地:广东的上川岛

9. *shangchuanensis* sp. nov. 上川蚋 (投稿待定)

采集地:广东的上川岛

Subgenus *Gomphostilbia* Enderlein, 1921 绳蚋亚属

10. *hiananensis* Long & An, 1994 海南绳蚋

采集地:海南的三亚、尖峰岭。

11. *jianfengensis* An & Long, 1994 尖峰绳蚋

采集地:海南的三亚、尖峰岭、琼中。

12. *metatarsale* Brunetti, 1991 后宽绳蚋

采集地:广西的凭祥、友谊关、龙州;广东的广州、兴宁;海南的三亚、尖峰岭。

13. *pingxiangensis* An & Hao, 1991 凭祥绳蚋

采集地:广西的凭祥、广东的上川岛。

14. *pattoni* Senioryi—White, 1922 怕头绳蚋 (中国新记录)

采集地:海南尖峰岭

Subgenus, 1940 吉蚋亚属

15. *jieryangensis* An 1994 揭阳吉蚋

采集地:广东揭阳

1986—1987年,在广西僮族自治区采的8种蚋中,凭祥蚋占43.3%,后宽绳蚋占17.7%,节蚋占11.1%,五条蚋占10%,黄足真蚋占4.4%,地记蚋占2.2%,未定名蚋占11%。

1993年,在海南省三亚、尖峰岭和通什,采获10种蚋,黄足真蚋占28%,五条蚋占18.5%,节蚋占16.4%,尖峰绳蚋占11%,后宽绳蚋占6.8%,未定名蚋种占6.8%,余者占很少比例。

从上述结果可知,黄足真蚋、五条蚋和节蚋,在三省区均有分布,是常见蚋种,有些地区数量比较多。本调查仅限少数地区,因而采集种类不多,需进一步调查研究。

# 利它素对寄生蜂搜寻寄主行为的影响

段 敏 古德祥

(中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

利它素(Kairomone)是某种生物体释放并能引起其它个体行为反应的化学物质,而且行为反应对接受者有利。昆虫的利它素广泛存在于动植物组织中,它对寄生蜂搜寻寄主直至寄主上产卵的行为有很重要的作用。例如,棉红铃虫 *Pectinophora gossypiella* 鳞片中的二十三烷化合物是一种利它素,能刺激广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 寻找寄主(Jones等,1973)。三化螟 *Tryporyza incertulas* 卵毛上的活性物质甘氨酸、丝氨酸也是昆虫利它素,能诱发螟卵啮小蜂 *Tetrastichus schoenobii* 用触角敲打来探索寄主卵块和产卵管插入行为(符文俊等,1981)。利它素在寄生蜂搜寻寄主的各个步骤中发挥的作用具体表现如下:(1)寄主文昆虫或寄主昆虫寄生的植物释放的挥发性较大、具有远距离引诱作用的利它素,引诱寄生蜂定向寄主栖息场所。(2)来源于寄主昆虫及其排泄物或被寄主昆虫损害的植物组织挥发度较低的利它素,诱发近距离搜索寄主,引导寄生蜂定向并接近寄主。(3)一些大分子长链烷烃以及蛋白质、氨基酸是挥发度低的接触性利它素化合物,寄生蜂通过有关器官的接触,诱发找到寄主昆虫并产生产卵行为。

不同活性的利它素影响寄生蜂搜索行为的强弱,而不同来源的利它素其活性不同。寄生于亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* 幼虫的螟长距茧蜂 *Macrocentrus linearis* (Ness)是通过寄主幼虫的表皮、蜕皮、粪便、丝和唾液的刺激开始搜索寄主的,而以幼虫的表皮与粪便的活性最强,能诱发90%雌蜂产生强烈的搜索行为及产卵管刺探行为(丁德诚等,1988)。食料对螟长距茧蜂寄主玉米螟幼虫虫粪中利它素活性也有影响(邱鸿贵等,1988)。取食新鲜玉米、棉花和黄豆等植物的寄主虫粪的利它素活性均明显高于取食人工饲料的幼虫虫粪,在三种植物中,以取食玉米的幼虫虫粪的利它素活性最高,其次为棉花,而取食黄豆的最次。寄生蜂在长期进化过程中演化成一系列复杂的选择寄主的行为,对利它素进行充分的研究,我们就可能通过寄生蜂行为的控制,达到提高寄生蜂在害虫生物防治中作用的目标。

利它素的大田运用仍处于试验阶段,美国的Lewis等人用大型喷雾器把作为广赤眼蜂寄主的蛾卵和其利它素物质23烷散布到野外试验场所,从各个角度观察人工散布的23烷有滞留与诱发广赤眼蜂搜索寄主的行为。Lewis等人的工作使利它素的研究进入了新的阶段,人们普遍认为利它素在害虫防治与管理上将有远大的前景,它对于强化寄生蜂的寄生效率、繁殖效率及利用寄生蜂控制虫害的大田试验将发挥重要的作用。



# 油蒿挥发油成分及化感作用研究<sup>①</sup>

于凤兰 马茂华 孔令韶

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

菊科蒿属植物油蒿 *Artemisia ordosica* 是鄂尔多斯—阿拉善的特有种, 广泛分布于我国西北部地区, 是该地区沙地植物群落主要建群种之一, 在防风固沙、草地建设及畜牧业发展上具有重要地位。为了探讨油蒿群落的稳定与衰退的化学生态问题, 本文研究了毛乌素沙地油蒿挥发油成分及其化感作用。

油蒿样品 1994 年 7 月份采自内蒙伊盟中科院鄂尔多斯沙地草地生态站, 新鲜茎叶经水蒸汽蒸馏得到淡黄色挥发油, 含量 0.43%。

油蒿挥发油的化感作用实验, 在密闭的大干燥器内进行, 供试植物种子: 苋菜、二月兰、萝卜、小麦。每皿 100 粒种子, 三次重复, 暗处 26.5℃~38℃ 培养, 培养时间苋菜、二月兰为 7 天, 萝卜、小麦为 4 天, 同时用蒸馏水做对照实验。

实验结果表明: 油蒿挥发油对苋菜、二月兰、萝卜种子萌发和幼苗生长具有程度不同的抑制作用, 但对小麦种子萌发几乎无影响。抑制作用最强的是对苋菜种子, 挥发油组最终萌发率仅 18%, 比对照组减少 71%; 二月兰萌发半数时间达 120hr, 比对照组延长 48hr, 最终萌发率为 70%, 比对照组减少 16%; 挥发油对萝卜种子的萌发也显示出极明显的抑制作用, 萌发半数时间为 72hr, 比对照组延长 48hr, 最终萌发率为 82%, 比对照组减少 14%。在对小麦种子的萌发实验中, 挥发油组和对照组几乎同步, 萌发半数时间均小于 24hr, 最终萌发率仅相差 1%, 油蒿挥发油对苋菜、二月兰、萝卜、小麦幼苗生长的影响程度也不同, 测得苗高和根长的 RI 值(化感作用效应)分别如下:

苗高: -1.36; -0.35; -0.44; -0.25。 根长: -1.95; -1.3; -0.63; -0.24。

从 RI 值可以看出, 油蒿挥发油对苋菜、二月兰、萝卜幼苗、幼根的生长具极显著的影响, 对小麦幼苗和幼根的发育也有一定影响。

为了深入研究油蒿挥发油的化感物质, 我们对其进行了 GC-MS-DS 联用分析, 结果表明, 油蒿挥发油含 70 余种成分, 在已鉴定的 43 个化合物中, 含量在 1.5% 以上的有下列化合物: 1)  $\alpha$ -蒎烯( $\alpha$ -pinene), 2) 桉烯(sabinene), 3)  $\beta$ -蒎烯( $\beta$ -pinene) 4) 月桂烯(myrcene), 5) 对伞花烃( $p$ -cymene), 6) 柠檬烯(limonene), 7)  $\beta$ -水芹烯( $\beta$ -phellandrene), 8)  $\beta$ -顺式罗勒烯( $\beta$ -cis ocimene), 9)  $\beta$ -反式罗勒烯( $\beta$ -trans-ocimene), 10) 松油烯-4-醇(terpinen-4-ol), 11)  $\alpha$ -姜黄烯( $\alpha$ -curcumene), 12) 茵陈炔(capillene), 13) 橙花叔醇(nerolidol), 14) 匙叶桉油烯醇(spathulenol)。

油蒿挥发油中的几个化合物, 例如  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、桃金娘烯醇以及香芹酮等, 曾被

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目

证明是植物生态系统中化感作用的活性物质,这些萜类化合物在植物周围形成“萜类云”,对一年生草本植物种子的发芽有强烈的抑制作用。我们的实验也证明:油蒿挥发油对苋菜、二月兰、萝卜种子的发芽及幼苗生长均有很强的抑制作用,其化感活性物质与挥发油中含量较高的萜类化合物有关。

## 水生生态系统中的微生物酶研究动态

李勤生 李 虹

(中国科学院水生生物研究所,武汉市 430072)

有机物质的酶解和转化是水生态系统中物质循环的关键过程。微生物在此过程中起着主导作用。研究水微生物酶活力的检测方法、不同酶在不同水域中的分布模式和活力水平、环境因素对酶活力的影响、酶的合成和调节机制以及它们在微生物代谢活动中的作用及其生态学意义等是微生物生态学、生态学、环境科学、生物地球化学等有关学科研究者共同关注的重要课题,也是当前发展较快的研究领域。

迄今,已经检测和报道的水生态系统中的微生物酶类有:N-乙酰氨基葡萄糖苷酶、酰胺酶、 $\alpha$ -淀粉酶、羧基肽酶、 $\beta$ -纤维二糖酶、几丁质酶、核酸酶、 $\beta$ -半乳糖苷酶、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、 $\beta$ -葡萄糖苷酶、脂肪酶、5'-核苷酸酶、磷酸酶、磷酸二酯酶、蛋白酶、硫化氢解酶、氨基肽酶、木糖苷酶等。这些酶类多定位于细胞表面或排出胞外,故有关研究主要部份是胞外酶,它们也是在水环境中发挥功能的部份。

水微生物酶检测方法主要有三种:分光光度计法、荧光分光光度计法和放射性同位素标记法以检测特定基质的分解速率,检测的样品包括淡水(湖泊、江河溪流、地下水、自来水,甚至饮用水)、半咸水和海水及不同水域的沉积物,其中有来自太平洋、大西洋、波罗的海等不同营养水平的水环境。

对不同水域中微生物酶活力水平和分布核式的研究结果表明:同一水环境中不同种类酶活力水平有显著差异;不同水环境中同类酶活力水平有显著差异,而且有明显的季节变化;沉积物中的酶活力一般均高于相应水柱中的酶活力水平。这种分布与其中生物群落结构有显著相关。在水生态系统中研究最多的是磷酸酶(其中尤其是碱性磷酸酶)、 $\beta$ -葡萄糖苷酶、 $\beta$ -半乳糖苷酶、蛋白水解酶、氨基肽酶和几丁质酶等。包括它们的来源、环境因子对酶活的影响及酶的诱导合成和抑制等调控机理等。

作者对我国具有一定代表性的浅水富营养化湖泊——武汉东湖中的几种微生物酶作了较长时间的观测研究,所得结果将与国外同类研究进行比较分析,讨论微生物酶在阐明水生生态系统研究中的地位和意义。



# 白纹伊蚊生殖营养节律与刺叮活动的研究

李蓓思

(军事医学科学院微生物流行病学研究所, 北京 100071)

白纹伊蚊(*Ae. albopictus*)是登革热的重要传播媒介之一。雌蚊的生殖营养节律与刺叮活动密切相关,而蚊虫的刺叮吸血活动又与疾病的传播直接相关。近年来登革热已成为我国一个新发展的严重威胁人民健康的蚊媒病,对白纹伊蚊生殖营养节律与刺叮活动的研究,具实际的流行病学意义。

本文报告了实验室和野外对白纹伊蚊的生殖营养节律和刺叮的研究结果。实验表明,白纹伊蚊(354只)在温度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $80\% \pm 10\%$  条件下,刺叮吸血一次,完成一个生殖营养周环的时间至少为 62 小时(2.58 天),平均为  $4.92 \pm 3.27$  天。66 小时 80% 蚊虫已产卵,产卵高峰为吸血后第 4 天,占观察总数 45.3%,产卵集中在吸血后的第 3—5 天,个别可拖延至吸血后第 26 天开始产卵。一次饱血后的白纹伊蚊生殖营养节律基本协调。但从实验室和野外研究发现,白纹伊蚊的生殖营养节律有不协调现象。即胃血消化与卵巢发育不一致,在卵巢发育过程中有再次或多次吸血现象。实验观察得出,从吸血后 12—46 小时开始出现不协调,越往后越明显。吸血后 62—66 小时,79.2% 蚊虫胃血已消化完,但仍有 37.5% 蚊虫卵巢滤泡发育在克氏 III—IV 期。在解剖观察的实验蚊虫中,可见同一只蚊虫中卵小管发育至不同阶段,有成熟和不成熟的卵并存。

从解剖野外诱捕来刺叮吸血的 1298 只白纹伊蚊(广西防城 177 只,江苏宜兴 1121 只)中,同样可以看到白纹伊蚊生殖营养节律中不协调现象非常明显。人帐旅捕获来的半孕蚊及孕蚊占捕获总数百分率江苏为 8.2%,广西高达 12.43%。从现场观察到捕获的来刺叮吸血的白纹伊蚊中,不仅有卵巢未发育者;同时还有卵巢已发育,胃血已开始消化变黑,但同时又见有刚吸入新鲜血液而又来刺叮者;还见有蚊虫卵巢滤泡一侧卵巢发育有几个成熟卵、另一侧不发育或未发育成熟、有的胃中也偶见有新鲜血者。后两类蚊虫(孕蚊、半孕蚊)在整个白纹伊蚊活动时间都有分布,每个小时均可遇到,有时比例相当高,最高可达占那一时间捕获总数的 33.33%。由上可见白纹伊蚊有吸两次或两次以上血的特点,未饱血蚊的卵巢滤泡也可以部分发育成熟。白纹伊蚊的卵的发育为不同时成熟,85% 以上白纹伊蚊雌蚊的一批卵需产 2—3 次以上,最高可达 10 次以上,白纹伊蚊产卵的间断性特点及小批量产卵行为,不仅是小容器孳生蚊种的一种生存适应,而且直接影响其刺叮吸血规律。白纹伊蚊生殖营养节律不协调现象及再次、多次吸血习性反映出该蚊是侵袭力和产卵力很强的蚊种,在蚊媒病防治中应予以重视。两个现场研究和实验研究对照结果基本相符。

# 法瑞学派植物社会学方法在黄山松林植被研究中的应用

魏宏图 邓懋彬

(江苏省植物研究所, 南京 210014)

本文应用法瑞学派植物社会学方法对安徽黄山松林进行了研究。研究表明:植物社会学的法瑞学派方法能够成功地应用到受干扰较小的我国东部亚热带所特有的黄山松林的研究。与以前的研究相比不仅所测得的植物种数有很大增加,而且划分出同样的植被单位。根据安徽黄山 1963 和 1993 年先后两次对 16 块  $20 \times 20\text{m}^2$  样地统计,至少应记载到 100 种植物,然而以前只记载过近 50 种植物;获得了以华箬竹(或拟麦氏草)、黄山栎、黄山松和甜槠、黄山松为代表的两个不同群丛。用植物社会学法瑞学派的方法与主座标分析的定量方法相对照研究黄山松林植被,证实了周纪纶所描述的两个不同群丛的生态学和动态性质。根据计算机对样地分类的结果,可划分两个群丛。两个群丛的特征种分别为:黄山松、黄山栎、黄山杜鹃林(样地 1—10)有:黄山栎(*Quercus stewardii*)、黄山杜鹃(*Rhododendron anhweiense*)、黄山花楸(*Sorbus amabilis*)、合轴荚(*Viburnum sympodiale*)、钝叶蔷薇(*Rosa sertata*)、毛漆树(*Rhus trichocarpa*)、华箬竹(*Sasamorpha sinica*)、南方六道木(*Abelia dielsii*)、灯笼花(*Enkianthus*)、三桠乌药(*Lindera obtusiloba*)、落霜红(*Ilex pedunculosa*)拟麦氏草(*Moliniopsis hui*)、黄山菊(*Chrysanthemum zawadskii*)、黄山风毛菊(*Saussurea hwangshanensis*)和白须草(*Parnassia foliosa*)。黄山松、甜槠林(样地 11—16)有:窄基红褐桉(*Eurya rubiginosa*)、甜槠(*Castanopsis eyrei*)、青岗(*Cyclobalanopsis glauca*)、秦氏樟(*Cinnamomum chingii*)、薄叶山矾(*Symplocos anomala*)和马银花(*Rhododendron ovatum*)。黄山松林是我国东部亚热带特有的保存较好的森林之一。在黄山的黄山松森林的样地内记录到的植物种数是比较多的。尽管受到旅游影响但至目前为止  $1000\text{m}^2$  面积内记录到的种数可达 100 种。据王伯荪等的研究,鼎湖山的常绿阔叶林  $1000\text{m}^2$  样地面积内记录到的种数最多为 80—90 种。种数达 100 以上的样地在条件十分优越的石灰岩地形的阿尔卑斯山出现过。但黄山的黄山松林中草本植物所占比例较大,通常每个样地记录的种数约为总种数的  $1/3$ 。最后,值得强调指出的是,采用植物社会学的法瑞学派方法,比较强调了群落分类应当尽可能考虑其生态和植被区划应特别注意揭示群落的地理特征两个方面的问题。两个群丛的植物表型差异,反映了与之对应的环境梯度。从生长型看,A 群丛以落叶阔叶占绝对优势;B 群丛以常绿阔叶层片占较大比例。从叶面积来看,A 群丛以中小型叶为主;B 群丛中型叶较多于小型叶。从热带属和温带属比例来看,A 群丛热带属只有 20% 以下;B 群丛热带属达到 40%。从生活型谱来看,虽两群丛均以高位芽为主,但 A 群丛地面芽显著地大于低位芽,而 B 群丛则相反低位芽大于地面芽。因此可以根据不同层片生活型反映气候带特征的原理,将黄山松林群系作亚热带植被地带划分依据;而将 B 群丛和 A 群丛分别作为中亚热带和北亚热带植被亚地带的分区依据。这一建议与以  $\geq 10^\circ\text{C} \sum t 5300^\circ\text{C}$  指标相比较则略偏此而已。



# 大籽蒿提取物对羊草繁殖器官萌发的影响

朴顺姬 征 荣 杨 持

(内蒙古大学生物系, 呼和浩特 010021)

H. C. Cowles (1911) 最早提出他感作用的一个方面——相克作用在高等植物演替特别是在次生演替中的作用, 也曾预言: 植物产生的毒素是一个优势种被另一个优势种所代替的重要原因。由 Molisch (1937) 首次提出他感作用 (Allelopathy) 以来, 为了阐明植物群落演替机制, Muller (1964, 1967), 沼田和 E. L. Rice (1967) 等人从植物间生化他感作用研究入手, 分别阐明了植物群落演替机制: Muller 认为蒿子 (*Artemisia californica*) 的叶子分泌出樟脑和安树脑等萜烯类物质, 抑制其他草本植物的生长; 近几年, 国内有不少学者在水生植物群落和高寒草甸人工草场开展他感作用, 证明植物间他感作用是引起植被演替的一个重要因素。我们针对中科院草原生态系统定位研究站羊草人工草地和天然羊草草原中禾草与蒿属植物间数量消长现象, 为研究引起植物群落演替的内在因素对典型草原优势植物羊草种群和一、二年生草本大籽蒿种群开展了生化他感作用研究, 我们在研究中抓住植物种群繁殖更新的关键环节, 用大籽蒿种群来影响羊草种子的萌发和根茎无性生殖芽的发育过程, 取得如下结果: 1. 羊草与大籽蒿种子单、混播萌发实验表明: 混播中随着大籽蒿种子密度的增加, 羊草种子活力指数显著下降; 当羊草种子密度较低时, 大籽蒿种子活力指数极显著得增加。这与羊草人工草地植物群落演替研究中羊草、大籽蒿、黄蒿植物种群的重要值随时间变化呈现互补的结论是一致的。2. 用大籽蒿不同发育时期 (幼苗、营养、花期) 的、不同器官 (地上植株、根、花) 的水浸液影响羊草种子萌发和羊草根茎芽的发育过程表明: (1) 大籽蒿水浸液在低浓度时提高羊草种子活力指数, 随着浓度的增加, 羊草种子活力指数逐渐降低。说明羊草与大籽蒿种群之间存在着生化他感作用; 其中大籽蒿花的水浸液对其影响最为典型; (2) 大籽蒿全株水浸液对羊草根茎芽的形成及幼根的生长有显著的抑制作用。说明羊草与大籽蒿种群之间存在着生化他感作用。

本文在上述工作的基础上, 用蒸馏水、乙醚、85% 甲醇, 采用常规分离、提取的方法, 提取大籽蒿花序干粉水浸提液中的他感作用物质, 并用碘化汞钾、碘化铋钾、溴酚蓝、三氯化铁试剂及高效液相层析实验, 测得大籽蒿花序干粉水提液中含有生物碱、酚类、有机酸类、中性物质、绿原酸, 其相对含量约为: (每克干物质含有) 0.823mg (生物碱)、3.48mg (酚)、0.239mg (有机酸类)、0.14mg (中性物质)、用蒸汽蒸馏法提取大籽蒿花期的地上部分的挥发油, 经气—质联用仪分析测定共分离出 109 个组份, 其中含量 1% 以上的组分有 21 个占总组分的 77.76%, 其中相对含量最高的是  $\beta$ -蒎烯 14.13%。我们用从大籽蒿花序干粉中分离提取的生物碱、酚类、有机酸、绿原酸 (商品试剂) 等他感作用物质, 来影响羊草种子萌发和羊草根茎芽的形成及发育过程, 实验结果表明: 各类物质在低浓度时可显著提高羊草种子活力指数和根茎芽的形成及发育过程, 随着浓度的增加这种促进作用逐渐降低, 只是不同物质促进羊草

种子萌发和根茎芽的形成及发育过程的最佳浓度不同。

## 海南岛五指山与台湾岛南仁山森林比较研究

胡玉佳

(中山大学生物系, 广州 510275)

海南岛五指山与台湾岛南仁山同处热带北缘, 两地生态环境十分相似。年平均气温在 22℃ 以上, 一月份平均气温 17℃ 以上, 年降雨量达 2500mm 以上, 土壤都是黄红壤和砖红壤。

海南五指山发育着以青皮(*Vatica hainanensis*) + 蝴蝶树(*Heritiera parvifolia*), 陆均松(*Dacrydium pierrei*) + 线枝蒲桃(*Syzygium areiocladium*), 鸡毛松(*Podocarpus imbricatus*) + 厚皮香(*Ternstroemia gynnonthera*), 崖柿(*Diospyros chunii*) + 南华杜鹃(*Rhododendron klossii*) 和广东松(*Pinus kwangungensis*) 等植物群落为代表的热带山地雨林植被。台湾南仁山则发育着以乌心石舅(*Magnolia kachirachirai*) + 星刺栲(*Castanopsis stellatospina*), 细脉赤楠(*Syzygium euphlebia*) + 奥氏虎皮楠(*Daphniphyllum gloucesens*), 杏叶石栎(*Lithocarpus amygdalifolius*) + 橡树(*Schima superba*), 大叶楠(*Machilus japonica*) + 鹅掌柴(*Schefflera octophylla*) 和台湾栲(*Castanopsis formosana*) 等植物群落为代表的南亚热带常绿阔叶林植被。

五指山的植物种类成分比较丰富, 在 1 公顷样地内计有木本植物 221 种, 分别隶属 54 科 123 属。南仁山 2 公顷样地内只有木本植物 116 种, 分别隶属 39 种 77 属。尽管如此, 两者间的植物区系成分联系较密切, 有一定的亲缘关系和同源性。同科比例高达 22/39, 相似性指标为 56.4%; 同属比例为 27/77, 相似性指标为 35.0%; 但同种比例仅为 6/116, 相似性指标为 5.6%。特别是南仁山植物中有许多特有类群, 在 116 种有 33 种为台湾特有种或世界罕见类群, 占总植物种类的 28.4%, 表现出南仁山植物区系成分上有高度的特异性。另外, 两地之间在植物物种多样性方面还表现较大差异。五指山物种多样性比南仁山高, 前者的 Shannon-Uienner 指数为 5.34, 后者仅为 3.90, 还低于广东省鼎湖山、南昆山和黑石顶的南亚热带常绿阔叶林。

两地森林内各级立木齐全, 而且都表现出细小径级的立木比例大, 随径级增大, 立木的比例减少的趋势。五指山森林内直径小于 5cm 的立木占总数 52%, 南仁山森林占 61%。但五指山林木生长密度小, 每公顷 3833 株, 而且有一定数量的大径级立木, 直径 50cm 以上立木占 4.2%, 最大径级可达 350cm; 立木有很高的显著度, 每公顷立木的胸截面积高达 90.05m<sup>2</sup>。南仁山林木生长密度大, 每公顷为 10935 株, 缺乏大径级立木, 最大径级的立木只有 40cm, 数量仅占 0.1%; 立木显著度低, 每公顷立木的胸截面积为 39.18 m<sup>2</sup>。

对两地森林的比较研究, 为进一步深入了解海峡两岸热带地区的森林资源, 保护我国热带植物物种多样性和持续利用以及加强海峡两岸的中国生态学者间的学术交流, 无疑都有



一定的促进作用。

## 烟蚜的寄主专化性研究

古德就 陈文胜 张维球

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

烟蚜(也叫桃蚜)*Myzus persicae* (Sulzer)是烟草和十字花科蔬菜上的重要害虫。其寄主范围很广,寄主植物达50科400多种。国内报导的有170种以上,主要为十字花科、茄科、菊科和豆科植物。在不同的季节,烟蚜在各寄主植物间根据对不同寄主的嗜好程度而对寄主植物作转移选择及取食为害。在广东烟区,每年3—7月烟蚜主要在烟草上取食为害,在其它寄主上的数量则较少。

作者根据广东烟区烟蚜的发生情况,把为害烟草和十字花科蔬菜的烟蚜以其他色分为红型和绿型,以研究其对寄主的选择性、存活率及繁殖率,探讨广东烟区烟蚜的寄主专化性和寄主转移。

研究表明,无论烟蚜的原寄主是烟草或是白菜,红型的蚜虫趋向于取食烟草,对烟草的选择率都显著地高于白菜。同时,取食烟草的蚜虫存活率和繁殖率也以取食白菜的高;取食烟草和白菜(或甘蓝)的绿型的烟蚜则嗜食原来的寄主植物。相对而言,绿型蚜虫对烟草和甘蓝的取食选择中则嗜食甘蓝。这说明了烟蚜在与其寄主植物的共进化过程中对寄主植物选择性和适应性发生了分化。在广东烟区,取食烟草的烟蚜种群80%以上是红型蚜虫。而在甘蓝菜上的红型和绿型的数量的比率分别为25%和75%,当烟苗移栽后红型的比率仅占15%。在烟苗自2月下旬至3月初移栽后,烟蚜则从蔬菜地迁入烟田繁殖为害。红型成蚜外迁的数量(155头/10棵)比绿型(74头/10棵)的大。至7月份烟草收获后,烟蚜又从烟田转移到十字花科蔬菜和其它作物上。田间调查结果表明,烟田附近蔬菜上成蚜数量与烟田的成蚜迁入数量有密切关系。这说明了在广东烟区取食烟草的烟蚜的虫源主要是来自取食为害十字花科蔬菜的桃蚜。

# 小菜蛾产卵特性研究

吴伟坚 俞国泉\* 吴健雄 张维球

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

小菜蛾 *Plutella xylostella* 是十字花科蔬菜的重要害虫。近年来, 其为害相当严重, 致使单纯依靠化学防治难以控制。为探讨其他有效的防治手段, 本文拟从小菜蛾的产卵行为着手, 研究小菜蛾的产卵特性及其机制, 并在此基础上提出一些农业防治措施。

1. 小菜蛾羽化当天晚上为产卵高峰, 当晚的卵量约占总卵量的 45.67%。

2. 对小菜蛾的产卵选择性的研究表明: 对于菜心的不同部位, 小菜蛾较多地选择心叶附近比较幼嫩的叶片产卵, 以心叶下第一片叶上单位面积的着卵量最多, 其余叶片的卵量, 自上而下依次减少。对于菜心的不同叶位, 从心叶开始, 自上而下, 硫代葡萄糖苷的含量依次降低, 这与卵的分布吻合。经统计检验, 菜心不同部位的硫代葡萄糖苷的含量与小菜蛾在各部位的着卵量呈线性正相关 ( $P < 0.05, r = 0.779$ )。

3. 在菜心、萝卜、芥菜、白菜、芥兰、花椰菜等六种常见的蔬菜之间, 小菜蛾最喜在芥菜和菜心上产卵, 萝卜、白菜次之, 芥兰和花椰菜上着卵最少。经统计检验, 在芥菜和菜心上的着卵量显著大于芥兰和花椰菜 ( $P < 0.05$ )。

4. 从菜心种子中提取硫代葡萄糖苷, 进行小菜蛾产卵选择性试验, 结果表明: 卵全部产于喷有抽提液的蔬菜上, 浓度高时, 着卵量多, 两者相关极显著 ( $P < 0.01, r = 0.911$ ), 而在喷清水的对照菜叶上不产卵。说明硫代葡萄糖苷是引诱小菜蛾产卵的信息化合物, 对小菜蛾的产卵选择性起着重要的作用。

5. 菜心硫代葡萄糖抽提液对小菜蛾产卵影响的试验表明: 1%, 0.1%, 0.01% 三种浓度的硫苷提取液和菜心都能引诱并刺激小菜蛾产卵, 使其产卵前期缩短, 产卵量增加。

6. 在田间把芥菜和白菜进行套种, 把芥菜作为小菜蛾产卵的引诱植物, 结果白菜上小菜蛾密度明显减少, 然后集中消灭芥菜上的小菜蛾, 起到防治小菜蛾的作用。

\* 现在珠海拱北动植物检疫局工作



# 冬虫夏草的寄主昆虫——虫草蝙蝠蛾

刘礼平 龙紫新 周昌清

(中山大学昆虫研究所, 广州 510275)

冬虫夏草的寄主昆虫涉及鳞翅目蝠蛾科的蝙蝠蛾属(*Hepialus*)、类蝠蛾属(*Hepialiscus*)、二岔蝠蛾属(*Forkalus*)、和双节蝠蛾属(*Bipectius*)中的 37 种昆虫, 其中蝙蝠蛾属的虫草蝙蝠蛾(*H. armoricanus*)、斜脉蝠蛾(*H. oblifuscus*)、德钦蝠蛾(*H. deqinensis*)、白马蝠蛾(*H. baimaensis*)、以及玉龙蝠蛾(*H. yulongensis*)是冬虫夏草的主要寄主或优势寄主昆虫。虫草蝙蝠蛾地理分布具有区域性、地带性, 主要分布于我国的四川、青海、云南、西藏和甘肃等地。除虫草蝙蝠蛾为广域分布种外, 其余种类均为狭域分布种。虫草蝙蝠蛾生长在雪线以下 3000M 以上的海拔高度, 垂直分布的上限为 5080m。在高山草甸土壤中分布最多、高山寒漠土次之, 再次是高山棕色针叶林土, 其他类型土壤中没有发现。

虫草蝙蝠蛾幼虫期长, 一般 2—3 年, 营地下生活, 主食高山草甸中的蓼属(*Polygonum*)、黄芪属(*Astragalus*)、柳属(*Salix*)、无心属(*Arenaria*)及杜鹃属(*Rhododendron*)等植物嫩根芽和地下茎, 耐寒性强, 过冷却点在  $-18.2^{\circ}\text{C} \sim -21.5^{\circ}\text{C}$  之间, 无真正的滞育特征。虫草蝙蝠蛾被冬虫夏草菌(*Cordyceps sinensis* (Berkely) saccards)寄生是在幼虫期一年中的第二次蜕皮(7—8 月), 感染寄生率为 2.6~16.6%, 在所有龄期中, 以 4—5 龄期幼虫的寄生感染率最高, 约 90%。

目前, 由于全球气温升高, 雪线上升, 虫草蝙蝠蛾的生境遭到破坏, 加之过量的采集, 使该资源的分布范围越来越窄, 产量越来越低。如何合理开发利用和保护这一宝贵资源昆虫是生物多样性研究内容之一。

## 云南产鸭跖草科植物中的 $\beta$ -蜕皮激素 及其化学生态学意义

王锦亮 阮德春 程治英 杨崇仁

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

$\beta$ -蜕皮激素( $\beta$ -ecdysone)又称 20-羟基蜕皮甾酮(20-hydroxyecdysterone), 是一种昆虫的变态激素, 现已证明, 这类蜕皮甾酮广泛存在于不同科属植物中。云南产鸭跖草科露水草(*Cyanotis arachinoides* C. B. Clarke)是富含  $\beta$ -蜕皮激素的资源植物之一。我们对云南

产鸭跖草科 10 个属的 13 种植物进行了分析,结果表明, $\beta$ -蜕皮激素虽亦存在于大多数种中,但含量甚微,其分布与鸭跖草科植物的系统演化无明显的关系,因而不具有化学分类学意义。然而,露水草中  $\beta$ -蜕皮激素在不同季节和不同产地有明显的含量变化,并与昆虫活动有相关性。一年生露水草地上部分的  $\beta$ -蜕皮激素从三叶期开始逐渐升高,在开花期达到高峰,而根部的  $\beta$ -蜕皮激素含量从三叶期起呈递减趋势,在花后期反弹至最高。初步观察,这一现象与露水草昆虫传粉的特性及多种蝴蝶的访问有密切的相关性。这一化学现象可以认为是露水草与蝶类昆虫在生物学行为和生态方面表现的一种相互适应、相互利用和共同进化的结果。

## 化学生态学与二十一世纪的中国农业

孟宪佐

(中国科学院动物研究所,北京 100080)

二十一世纪的中国将拥有高产、优质、高效和持续发展的现代化农业。在实现这一宏伟目标,必须依靠和大力发展相关的科学技术。其中,化学生态学将发挥重要作用。

化学生态学是最近 20 多年发展起来的一门新兴的边缘学科,主要研究生物之间以及生物与环境之间的化学联系。

生物之间的化学联系是通过信息化学物质(semiochemicals)的传递实现的。在同种生物间传递信息的化学物质叫信息素或外激素(pheromones),主要有性信息素、告警信息素、聚集信息素、示踪信息素等。在不同种生物间(种间)起联系作用的化学物质叫种间素或它感素(allelochemicals),主要有利己素、利它素和协同素等。

化学生态学将在植物保护中发挥特殊作用。二战以来,有机化学农药的发展和使用时对防治病虫害促进农业丰收起过巨大作用。但另一方面,也产生了污染环境、害虫抗药性增强、杀伤天敌、破坏生态平衡等问题。昆虫化学生态学的发展为解决这些问题带来了希望。首先,用性信息素作虫情测报灵敏度高、特异性强、使用简便、费用低廉,是比较理想的测报工具,可普遍推广应用。用信息素诱捕法和迷向法防治害虫也有不少成功的例子,展现了诱人的应用前景。

植物与昆虫之间的化学联系是化学生态学研究的另一个热门领域。某些植物次生物质对害虫有很强的防御作用。深入研究、开发和利用次生物质来防治害虫,前景广阔,大有可为。

植物化学生态学与农业的关系十分密切。人们早已注意到的不同植物间的“相生相克”现象,实际上是由于植物间的化感作用引起的。深入研究和阐明在植物间起化感作用的基本物质并巧妙运用,兴益除害,必将为发展我国的“三高”农业作出贡献。

此外,微生物化学生态学、水生生物化学生态学、哺乳动物化学生态学等研究的深入和发展都将对相关的农业领域产生重要影响。



总之,化学生态学的发展,不但能为人类提供一把认识自然、了解自然的钥匙,而且将帮助人类走上与自然协调发展的道路。我们相信,随着化学生态学和其他科学技术的发展,二十一世纪的中国一定会拥有高产、优质、高效和持续发展的农业。

## 油蒿(*Artemisia ordosica*)茎叶的水及有机溶剂浸提液对几种植物种子的化感作用初探<sup>①</sup>

马茂华 于凤兰 孔令韶

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

本文通过油蒿茎叶的石油醚、丙酮和乙醇三种有机溶剂以及水的浸提液对萝卜(*Raphanus sativus*)、小麦(*Triticum aestivum*)、苋菜(*Amaranthus tricolor*)和二月兰(*Orychophragmus violaceus*)四种受体植物种子发芽率、幼苗的苗长和根长的影响,初步探讨了油蒿的化感作用。

油蒿是一种多分枝的半灌木植物。在进化过程中,以其独特的生态学特征在干旱—半干旱气候条件下的沙地环境中生存下来。常以优势种形成群落分布于甘肃、宁夏、陕西、内蒙古等地。其分布的中心在鄂尔多斯高原毛乌素沙地。研究它和其它植物之间化学的相互关系,从化学生态的角度探讨油蒿群落形成、演替的内在机制,在理论和实践上都有重要意义。

油蒿茎叶样品于一九九四年七月采集自内蒙鄂尔多斯毛乌素沙地。鲜样采集后风干、粉碎,以水和有机溶剂两种浸提方式获得一定浓度的油蒿茎叶浸提液,其实验结果如下:

### 1. 水浸提液

1.1 油蒿茎叶的水浸提液在 0.5gdrw/100ml(每 100ml 水中的干物质重)到 3gdrw/100ml 之间时,四种受体植物种子的发芽率呈递减变化,即随浓度的增加而减小,而在 10gdrw/100ml 以上时,发芽被强烈抑制,不足 5%。在不同浓度水浸提液中小麦种子的发芽率为 21%—87%;萝卜为 25%—72%;二月兰为 44%—59%;苋菜为 31%—84%,而其对照分别为 98%、78%、79%和 97%,差异显著。四种受体植物种子在水浸提液中的半数发芽时间(发芽率为 50%的小时数)也明显短于对照。

1.2 通过 t 测验表明,在四种受体植物种子中,苋菜种子发芽率和半数发芽时间在不同浓度水浸提液中以及和对照的差异最为显著,其次是萝卜、小麦和二月兰。

1.3 从幼苗的生长看,水浸提液实验中的小麦和二月兰,其幼苗弯曲,根上翘,而对照苗直立,根平展,差异明显;苋菜幼苗均呈倒伏,而对照为直立;萝卜幼苗除苗短小外,形态上与对照差异不大。

### 2. 有机溶剂浸提液

2.1 小麦在三种有机溶剂浸提液中的发芽率为 43%—61%;萝卜为 82%—87%;苋菜

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目

为 18%—43%；二月兰 70%—90%，而对照分别为 98%、93%、98% 和 97%，其差异是明显的。当有机溶剂浓度在于 2gdrw/100ml 时发芽被强烈抑制，而当小于 0.1gdrw/100ml 时，发芽则不被抑制。受体植物种子的半数发芽时间、幼苗的苗长和根长也都小于对照，这表明三种有机溶剂浸提液均对受体植物种子的发芽有影响。

2.2 通过 t 测验可以看出，有机溶剂浸提液对苋菜种子发芽的影响（包括发芽率、半数发芽时间、幼苗长和根长）最为显著，其次是小麦、二月兰和萝卜。

2.3 四种受体植物幼苗的苗长受抑制的程度大于根长。

2.4 经统计得出，有机溶剂浸提液幼苗苗长和根长的标准差都大于对照，这表明与对照相比，有机溶剂浸提液中的种子发芽不整齐。

2.5 从幼苗的生长看，与水浸提液相似，形态上与对照有明显差异。

综上所述，油蒿与其它植物之间存在着化学的相互关系，其化感物质（Allelochemicals）以及在群落中种间消长的相互关系方面还有待进一步的研究和分析。

## 松辽平原耕地黑土微生物生态学特性

任守让 赵贵彬\* 王瑞霞

（吉林省农科院土肥所，公主岭 136100）

松辽平原的资源丰富，是我国重要的商品粮基地之一，黑土是本区域的主要农业土壤资源。研究弄清该土壤的微生物学特性及其生态学，为保持和提高土壤肥力，拟定调控措施提供微生物学参数，具有重要理论和实践意义。为此，我们以位于平原中心的公主岭地区的耕地黑土为对象，进行了一系列黑土微生物生态学特性的研究。

研究资料表明：

1. 松辽平原耕地黑土中各类微生物数量垂直分布特点不尽相同，好气细菌表现出明显的土壤层、次差异规律性，0—5—15 厘米土层中的好气细菌数为 15—25—35 厘米土层的 3.4 倍，好气细菌主要分布于 0—15 厘米土层内。0—25 厘米耕作土层内的数量又为未经耕翻犁底层的 23 倍；嫌气细菌的数量耕作层高于犁底层，主要分布于 15—25 厘米土层内；放线菌和真菌则主要分布于 5—15 厘米土层；好气性自生固氮菌的数量甚少，25 厘米耕层各土层中仅存在 200—300 个菌体/克干土，底土中每克土壤仅有数十个菌体，嫌气固氮菌普遍分布于 0—35 厘米的各土层中，各层平均嫌气固氮菌为好气固氮菌的 43 倍，两类固氮菌数量最大值均在 5—15 厘米土层内；氨化菌和硝化菌主要分布于 0—5 厘米的表土层，硝化菌尤为明显；反硝化菌数的最大值亦在 0—5 厘米；好气性纤维分解菌分布上的层次差异性十分明显，0—5 厘米土层内菌数最多。综上所述，5—15 厘米土层是黑土微生物数量分布及生物学总活性最大区域，这与该层土壤水热条件和作物根系分布有关。

\* 现在吉林省农科院长白山生物资源研究所



2. 黑土微生物主要类群的组成较稳定,在耕层内细菌和放线菌分布相对比值分别为 80.08—94.65% 和 5.35—19.92%,并随土层的加深,细菌相对值减小,而放线菌的分布相对值却增大。

好气与嫌气的组成比,随土层的加深逐渐变小,0—10,5—15,15—25 及 25—35 厘米的各土层的好嫌比值分别为 16.04,13.93,9.07 及 6.44,随土层的加深比值缩小,0—35 厘米各层平均比值为 11.37。

3. 黑土微生物区系出现明显的季节性变化。因微生物类型和土层深度的不同,季节性变化不完全一致。总的变化趋向是好气类型微生物数量高峰出现于秋季(9—10月),而嫌气类型的高峰出现于夏季(7月)。可能与当时土壤有机能源的增多和土壤水分、通气性状况有关。

4. 耕地黑土的地表干土层内的各类微生物数量及生物学总活性与相邻湿土层比较,虽较少或较低,但仍保持相当水平,如好气细菌各期平均干土层有 1105 万/克,湿土层有 1420 万/克,干土层的土壤生物总活性仍保持  $0.4441\text{mgCO}_2 \cdot 100\text{g土} \cdot 24\text{小时}$ 。干土层内细菌孢子相对值仅 3.8—5.6%,表明干土层内绝大部分细菌是以完善型存在。微生物学过程仍在进行。在同测定时期,干土层内的好气细菌与嫌气细菌比值大于湿土层,表明好气细菌在通气良好的干土层内相对高于湿土层。

5. 黑土垆体不同部位的各类土壤微生物数量分析表明,在垆沟 0—15 厘米土层内各类微生物数量除好气性自生固氮菌外,一般均高于垆台相应土层。如垆沟的硝化菌达到垆台的 7 倍多,不论在垆台或垆沟硝化菌主要分布于 5—15 厘米土层内。

## 海南岛甘什岭自然保护区无翼坡垒林

梁淑群 杨小波

(海南大学,海口 570028)

### 1. 引言

无翼坡垒(*Heapea exalata* Lin Yang et Hsue)是 1978 年发表的龙脑香科新种,它分布的地域范围很小,仅在海南岛东南部山区甘什岭一带见其踪迹。但是在它分布的地域里,该种群密度很大,并形成了一片以它为优势的单优热带雨林。笔者结合无翼坡垒种群的发育特点,对该种群进行种群结构、分布格局、物种多样性和物种空间配置等的研究。企图摸清该种群随着个体发育的增大,种群变化的规律。

### 2. 自然条件

甘什岭自然保护区地处海南岛东南部,位于北纬  $18^{\circ}21'$ — $18^{\circ}26'$ ,东经  $109^{\circ}34'$ — $109^{\circ}42'$ ;面积约 3000ha;该山区是海南岛最南端的山区,地势较平缓,海拔最高处约 500m,土壤母质为花岗岩,属粗砂粘红壤;气候高温湿润,平均年降雨量 1880mm,年平均温度  $24.5^{\circ}\text{C}$ ,平均年降雨日 145 天。

### 3. 无翼坡垒林的种群结构

种群结构是种群基本特征,包含种群大小、年龄结构、种群发展模式、高度结构和盖度等。

种群大小是指种群所含个体数的多少,是指在某一特定时间内特定区域中的种群的个体总数。经研究无翼坡垒林群落最小面积约  $3500\text{m}^2$ ,在这个范围里,该种群的个体数为 2079 个,种群密度为  $59.4 \cdot 100\text{m}^{-2}$  株。按这个数字计算 3000ha 内该种群的个体数(个体高度  $\geq 50\text{cm}$ )为  $1782 \times 10^4$  个。

种群年龄结构与发展模式主要是研究种群内不同年龄的个体组配情况和种群所属的发展阶段。经研究无翼坡垒种群的年龄结构为典型的“金字塔”型,是一个增长旺盛的发展种群。

树高与盖度 8—9m 高的个体群的冠幅之和最大,然后向两头偏小

### 4. 无翼坡垒林种群分布格局

整个种群显集群分布,但随着个体的长大,集群程度在不断减小。整个种群的集群程度的 K 近似值为 1.3723,相应的 I 级立木为 1.493,II 级立木为 2.838,IV 级立木为 4.236,V 级立木(胸经  $\geq 22.50\text{cm}$ )为随机分布。

### 5. 无翼坡垒林植物物种多样性

从三个方面来研究:群落最小面积的测定;绝对植物物种多样性;植物物种多样性指数的测定。

研究结果是:该群落最小面积为  $3500\text{m}^2$ ;面积约 3000ha 的无翼坡垒林孕育着 1144 种维管束植物,占海南维管束植物的四分之一,在群落最小面积里,0.5m 高以上的立木种数有 126 种,有花植物达 153 种,说明无翼坡垒林具有较大的物种多样性;物种多样性指数  $D_{s-w}=5.03$ 。

### 6. 无翼坡垒林物种空间配置

从三个方面来研究:群落物种分布的均匀度;各物种的频度;群落的垂直分布状况。

研究结果是:群落的均匀度  $J_{s-w}$  为 71.76;按 Raunkiaer 频度级对无翼坡垒林植物种群进行分级,频度分布规律为  $A>B>C>D>E$ ,其特征是 A 级所占的比例很大,占总数的 74.6%;垂直分布状况表明无翼坡垒林整个群落的个体高度经例基本上是“金字塔”型,但仍然有一定波动性。

### 7. 结论

7.1 该种群在特定的面积里,有较大的密群体,总冠幅有  $1725.5\text{m}^2$ ,达样地面积的 49%,充分体现了该种群适应和占领环境条件方面有较强的能力。

7.2 该种群是一个增长旺盛的种群,但是树高结构偏矮,分布集群程度逐级减小速度快。

7.3 种群分布格局,过去局限于水平配置状况,本文作者把一个种群按不同的立木级或不同高度级进行分组,然后研究不同组的个体群能分布格局,可以反映种群的垂直配置状况。

7.4 分布在海南岛东南部的无翼坡垒林具有丰富的植物种类,具有较高的物种多样性,必须严加保护。



# 炼山后杉木人工林生态系统动态研究

林开敏 俞新妥 何智英 杨玉盛

(福建林学院, 南平 353001)

本文通过在尤溪县林科所后山 30 年生的马尾松采伐迹地上建立炼山与不炼山的 12 个径流小区, 对炼山后杉木幼林生态系统内的水、土、肥流失、土壤肥力、林木生长及林下植物种类的年动态过程进行连续四年定位研究, 试验结果表明:

1. 炼山期间, 土壤有机质和 N 素以高温挥发和细粒尘埃的飞扬形式输出生态系统而损失。0—10cm 土层内, 有机质损失 2633.9kg/ha, 占此层土壤有机质总量的 1/14, 全 N 损失 135.3kg/ha, 占此层土壤全 N 总量的 1/10。10—20cm 土层内, 有机质损失 276.7kg/ha, 为此层土壤有机质总量的 1/58; 占全 N 损失 76.0kg/ha, 为此层土壤全 N 总量的 1/16。随土层加深损失呈明显下降。

2. 炼山后 1—2 年内, 林地裸露, 杉木幼林生态系统较为脆弱, 林地水、土、肥流失极其严重, 年土壤流失量超过本区土壤容许流失量(10T/ha·年)。随后直至第四年, 杉木幼林不断生长, 炼山林地水、土、肥流失呈明显的指数或直线函数式递减趋势。至第四年, 杉木幼林树冠覆盖度平均为 94.2%, 基本上达到郁闭, 炼山林地水、土、肥流失量与不炼山的比值接近于 1, 两者基本上趋于一致而稳定。不炼山林地的土壤流失量四年来均小于本区土壤容许流失量。

3. 在杉木的四年幼林期内, 炼山林地土壤流失量共为 37.39T/ha, 为不炼山的 28 倍, 年均土层变薄 0.8mm; 有机质、全 N、全 P、全 K、水解 N、速效 P、速效 K 的流失量为 1019.3、28.4、9.5、470.5、12.8、2.6、73.6(kg/ha), 分别为不炼山的 9、7、9、7、7、11 和 5 倍。

4. 应用混合数量化模型 1, 对影响炼山林地水、土、肥流失的因素进行分析表明: 炼山和降雨量是林地水、土、肥流失的首要因素。幼林树冠盖度、 $<0.001\text{mm}$  粘粒含量、前 2 天降雨量、 $I_{15}$ 、 $I_{30}$  和坡度均为重要因素。降雨量和前 2 天降雨量与林地水、土、肥流失量呈显著正相关; 幼林树冠覆盖度与林地水、土、肥流失量呈显著负相关。本区域范围内, 土壤侵蚀起始降雨量(侵蚀性降雨标准)为 10mm; 炼山林地土壤侵蚀安全树冠覆盖度标准为 75%。所建立单次降雨的林地水、土、肥流失预测模型可作为本区域内的林地水、土、肥流失估测借鉴。具体模型(略)。

5. 炼山后一段时期内(几个月至 1 年), 林地表层土壤全 P、全 K 及速效性养分增加, 容重略有减小, 非毛管孔隙度及总孔隙度有所增加, 土壤酶活性加强和微生物数量增多, 林地土壤肥力和土温得到短期提高。随后直至第三年, 林地水、土、肥流失加剧, 土壤肥力指标呈逐年下降趋势, 至第四年, 杉木幼林基本上郁闭, 土壤肥力又表现出回升趋势, 炼山林地土壤孔隙状况得到改善, 有机质及全 P 含量又有提高, 土壤酶活性得到加强以及微生物数量又有增多。而不炼山林地土壤肥力一直呈上升趋势发展。

6. 炼山可提高杉木造林成活率和短期促进杉木幼林生长。历年来炼山杉木地径、树高和树冠覆盖度均大于不炼山。方差分析结果表明:地径在炼山后第二年(88年6月)达显著差异;树高在炼山后当年底(87年10月)达显著差异,其余各次及坡度间均未达到显著水平。地径、树高和树冠覆盖率的炼山增值率随炼山后时间的延长而呈逐年递减趋势。不炼山的地径连年生长量在第三年开始超过炼山;树高连年生长量在第四年开始超过炼山。

7. 本试验条件下,炼山对林下植物种类有一定的影响。炼山后第四年林下主要植物种类,灌木有:山苍子、山莓、拔葵、光叶拔葵、山黄麻、山乌柏、芒、桂竹和黄瑞木;草本植物有:雀稗、狗尾草、蕨、荇草和地捻。炼山能增加林下植物种类,其中一年生草本和阳性植物增加尤为明显,并出现炼山所特有种。木本植物的小叶赤楠、乌柏、乌药、继木和白背叶野桐等种类的根萌条也有所加强。

8. 根据炼山林地水、土、肥流失、土壤肥力和林木生长等动态过程的趋势,可认为炼山可能是杉木纯林多代连栽所引起的地力衰退的一个重要原因,且炼山对杉木人工林生态系统的影响至少4—5年,甚至更长。

## 棉蚜体色变化的生态遗传及分子生态学证据<sup>①</sup>

赵惠燕 张改生 袁 锋

(西北农业大学,陕西杨陵 712100)

生物体色随环境条件变化是一普遍现象,其机理的研究历来是生态学家和遗传学家极为关注的问题。特别就棉蚜体色变化而言,张广学(1981)、汪世泽(1983)、BLackman(1987)、原国辉(1992)、赵惠燕(1989、1993、1995)对其形态变异、生理变化、生态学动态、胚胎学解剖、染色体细胞学观察、同工酶研究等方面做了大量研究。赵惠燕等发现:棉蚜体色存在有遗传多态现象,即体色随温度变化的为反应规范(Reaction norm),其与体色不变的棉蚜构成了遗传多态。为了找出体色变化生态遗传的DNA分子证据,作者用随机扩增多态DNA多聚酶链反应(即RAPD—PCR)对多态蚜虫进行了研究,结果如下:

### 1. 材料与方法

①蚜虫采自室内克隆的两个群和室外棉花花椒上饲养蚜。每一克隆群采集600头无翅成蚜,30头有翅蚜以及30头若蚜,—20℃保存。②DNA提取:对Gtnis(1992)|BLack(1993)、Campbell(1994)提供的6个裂解液配方进行了筛选与改进。③扩增:所用随机引物为Operon公司生产的A—F6个系列。扩增步骤参考BLack(1993)、Campbell(1994)的方法并进行了改进。④不同色型蚜的时空动态系统调查:5—7天调查一次。⑤不同色型蚜虫的种内竞争生态位:室内外同时定量接蚜记载数量与生态位变化。

### 2. 结果

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目。



①采用的 120 种随机引物中以 OPF<sub>13</sub>、OPF<sub>16</sub>、OPG<sub>8</sub>、OPG<sub>11</sub>有谱带反应。其中 OPF<sub>13</sub>显示出两种多态的差异。其 DNA 片段长度在 100—2000bP 之间。②体色不随环境变化的蚜虫表现出较短的片段,其长度小于 560bP;体色随环境变化的蚜虫表现出长度大于 560bP 的特征。③体色不变的蚜虫克隆间、克隆内均无差异,而体色变化的蚜虫克隆内无差异,有些克隆间有微弱带型差异。④各虫态蚜虫间 DNA 片段无差异。⑤不同色型蚜的时空动态有差异且已达到显著水平。⑥由于种内竞争,多态蚜虫生态位重叠大于分离,总生态位有显著差异。7. 桃蚜、麦长管蚜的体色变化也具有上述六种特征,表明体色变化“反应规范”和遗传多态具有普遍意义。

### 3. 结论

①蚜虫体色变化遗传多态有其 DNA 分子基础。形态上有差异的,有 DNA 差异基础,形态上暂无差异的,只要其进化,就会表现出多态现象,就一定有 DNA 分子基础。②若用 RAPD-PCR 法进行种间差异的检验检出率高,种内水平检出率低,这是符合生物规律的。③物种进化必有其 DNA 分子基础,推测体色随温度变化的蚜虫仍以相当快的速度进化。④蚜虫 DNA 多态是环境引起的,是物种进化的标志,是新种产生的前兆。⑤DNA 差异不一定引起生殖隔离。

## 网捕技术在鸟类群落生态学研究中的应用

房继明 赵欣如 宋 杰 张正旺 郭冬生

(北京师范大学生物学系,北京 100875)

在鸟类群落研究中,常用的方法是线路调查法,其优点是简便易行,但靠此方法在野外种类的鉴别、性别和年龄的鉴定、体重的称量等方面存在困难,因而获得的鸟类生态学的信息量较少。使用网捕方法在一定程度上可解决这些问题,不过,国内还未有使用网捕方法进行鸟类群落的研究报道。为此我们尝试网捕技术在小型森林鸟类群落生态研究中的应用,并考虑连续布网的天数应是多少?鸟类性别、年龄和天气情况对网捕有什么影响?

研究区位于中国科学院的华北森林生态系统定位站。1985 至 1992 年期间,每年的 6 月中、下旬和 7 月上旬,进行连续 4 天的鸟类网捕。网的拦截面积为 30m<sup>2</sup>(3×10m),网孔径为 2cm。每日布网的时间是 5:00—22:00。在研究区内共设网场 3—4 个,每个网场布 3—5 张网,每张网的位置相对固定,多年不变。对于捕获的鸟,记录其物种名、性别、年龄(仅划分成、幼体)、体重、天气情况(分晴、阴、下雨三种类型)、捕获的年份及日期和时间,然后放飞。

在连续 4 天的网捕过程中,每日网捕鸟的数量先是上升而后保持稳定,每日网捕鸟的数量先是上升而后保持稳定,而每日捕网新增加的物种数在第 3 天后迅速锐减。所以,用网捕方法研究某一森林的鸟类群落时,布网的天数不应少于 3 天,否则群落中的物种数会有很大偏差。在线路调查中是人动、鸟也动,而在网捕中是人不动、附近的鸟动,这就要求网捕的网场有一环的覆盖面积和布网数量。从捕获的鸟种类来看,网捕技术还是有一定的局限性,如

对大型鸟和在林冠活动的鸟就很难捕到,而线路调查法不存在这一问题。所以,鸟类群落的研究中最好采用多种不同的方法相互补充。

以捕获鸟的时间为协变量,对捕获数量进行性别、年龄和天气的 3 因素方差分析,结果表明:协变量时间和性别对鸟捕获量影响不大,因此,网捕时间从早到晚都应该进行,不过网捕数量随时间的变化来看,鸟类活动有早中晚 3 个高峰,这可能与鸟的觅食活动高峰有密切关系,此间应加强对网的巡视频率。而年龄对鸟捕获数量有及其显著的影响,这可能与成体鸟在群落中占的比例较高和活动频繁有关;天气对鸟捕获数量也有及其显著的影响,表现在晴天的网捕数量大于阴天,阴天又大于下雨天。

## 稀土对生物和生态环境的影响

邓艳东

(湖北大学生态学研究所,武汉 430062)

本文就稀土对生物和生态环境的影响概述了国内外最新研究成果,在此基础上提出该项目以后的研究内容和发展趋势。

研究稀土对动物的影响,国内外学者主要从稀土的自然吸收对动物的毒性、稀土对动物的急性毒性和慢性毒性等三方面来研究稀土对动物的影响。稀土自然吸收的毒性大小随其进入机体的途径、数量、化学形式等的不同而异,其中以口和呼吸道的吸收为主,皮肤吸收量很少。同时,动物对重稀土元素的吸收少于轻稀土元素。自然吸收的稀土可在肺、消化道等体内蓄积并引起病理变化,特别是含有天然放射性同位素的稀土元素会通过多种途径使生物体出现病变。稀土急性毒性的与动物染毒途径、动物的种属、性别及稀土化合物的性质有关。一些急性毒性实验表明,静脉注射毒性最大,腹腔和皮下注射次之,口服毒性最小。静脉注射的毒性主要表现为肝损伤,同时也影响心脏的功能和血液的凝固。腹腔注射和皮下注射可出现腹膜炎、粘连和出血性腹水等。口服大剂量稀土的蛙出现胃及肠道的扩张。稀土的慢性毒性主要表现为它对动物的中远期影响,对动物肝脏和血液影响较大,对动物生殖作用也有一定影响。稀土对人类健康的影响主要表现在稀土尘肺以及由于接触稀土烟雾、粉尘引起的频率头痛、恶心、血细胞分类有异常,血小板、血色素有下降趋势,尿中稀土含量明显增加,支气管炎、上呼吸道疾病和皮肤病变的发生率增高等。稀土对植物的影响方面,我国和前苏联学者的研究表明,低剂量稀土对植物生长起促进作用,稀土用量过大或浓度过高,会抑制植物生长。稀土对植物的作用机制目前有两种推测:一是刺激效应,即作为植物的必须元素可促进植物生长,或可增加植物对营养的摄取使其生长加速;另一种为兴奋效应,Stebbing 等认为低剂量的毒物都有促进生物生长的作用,而且在一定范围内还表现出毒物一剂量的关系。

研究稀土对生态环境的影响发现,植物和水生生物能分别从富含稀土的土壤和水体中摄取稀土并在体内富集。稀土在水生生物内脏中富集量最大,肌肉中富集量较少,富集量与



溶液中稀土元素浓度呈正相关,并发现对轻稀土元素的富集能力大于重稀土元素。环境中除发现吸入稀土粉尘能引起职业性疾病外,目前尚未发现稀土物质能引起其它的环境危害。

在以后研究中,应注意以下内容:全面研究常用稀土金属及化合物的生物效应,从生物细胞、分子水平上探讨稀土对生物体结构的影响,寻求研究稀土在生物体内作用机制的新方法;研究适量稀土元素刺激作物生长的作用机制,确定最适稀土微肥用量,同时确定最佳混合农用稀土微肥的合理配方。加强稀土在农作物和食用动物中积累,并通过食物链最终引起的人体健康问题和对人体产生的远期效应以及稀土在人体内的分布、转运、转化和排泄等方面的研究;大量的可溶性稀土进入环境,造成的污染问题和可溶性稀土在环境中的迁移、转化和归趋问题的研究也应重视。同时,稀土在水生和陆生体系中的积累和可能危害也应引起关注。研究农用稀土微肥施用后对农田生态系统的影响,特别是对害虫天敌数量结构的影响,明确稀土微肥的施用与害虫的发生是否具有相关性。鉴于稳定的镧系稀土元素能引起小白鼠等温血动物产生肿瘤,能否探讨一种利用稀土元素诊断人类癌症的新方法。

## 生态结构与结构生态学

况荣平 黄京飞 钟宁

(中国科学院昆明动物研究所,昆明 650223)

在生态学领域里,生态学家在生物群落和生态系统结构(物种相对丰盛度分布、食物网、垂直分布和水平分布、能量分布等)和种群结构(年龄分布、性比结构和空间分布等)方面做了大量工作,也取得了丰硕的成果,同时将结构与功能的研究视作现代生态学的重要课题。本文把种群结构和群落结构归纳为一个概念,即生态结构。

生态结构可以理解为生态单位(或生态实体)中构成要素的关系格局(或关系模式)。这里有三个关键词:生态单位、构成要素和关系格局。生态单位特指生物种群和生物群落;构成要素是指结构单位,可能是物种,也可能是具有某种特征的个体群(如年龄组、性别类型、或者遗传类型等);关系格局可以理解为构成要素在结构中的组合排列状况,可以反映在三个方面:

构成关系:这是指结构中要素组成及其相对数量关系。如种群中的年龄构成、性比、遗传组成;群落中的物种丰富度和相对丰盛度。这种要素间的数量关系是线性的。在这种结构中要素组成及其相对数量关系可用各种指数来表示,其中香浓-威纳指数较为常用,即

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

结构中要素越多,要素间数量差异小, $H'$ 则越大;反之 $H'$ 则越小。我们将 $H'$ 称为一级结构参数。

营养关系:这是结构中各要素的营养关系。营养关系错综复杂,呈网格结构,一般称为食物网。因此我们可将这种二维结构称为二级生态结构。

空间关系:这是一级结构和二级结构在三维空间上的展开及其表现出来的外貌特征(即景观特征)。这就是结构要素的空间关系,即空间结构。我们将空间结构称为三级结构。如果说一级结构和二级结构是生态结构表现出功能的必要条件,那么三级结构则是一级结构和二级结构的存在形式,而且生态结构的整体功能是通过三级结构来实现的。

我们可以将专门研究生态结构领域称为结构生态学。结构生态学研究的基本内容包括:结构特征、结构与功能关系、结构动态、结构进化、结构设计和结构保护。

作者认为,了解自然系统的功能属性是人类认识自然的根本任务,是利用自然和操纵自然的根本途径。如上所述,功能是通过结构来实现的。因而研究结构正是通向认识功能之路,因此我们说把生态结构作为一个专门领域来研究具有重大的科学意义;这个领域的研究成果又将有助于人工生态系统的结构设计、生态工程建设和退化生态系统的重建,因此我们说把生态结构作为一个专门领域来研究具有重大的应用意义。

## 遥感生态及其展望

池宏康

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

遥感生态学(Remot Sensing Ecology)是遥感信息科学与生态学相结合的,属于生态学的一个新分支学科。该学科旨在研究遥感信息在生态学各个层次(个体、种群、群落、生态系统、景观、区域、全球)上的发生机理及其生态学意义。遥感生态学以系统论、信息论的理论、方法为基础,用遥感信息研究生态学各层次的组织结构、成份、功能、能量流等生态状况和过程,建立一系列相互联系的各生态学层次的遥感模型和以遥感数据为变量的计算机仿真模型,来探测各生态层次水平的状况和模拟,分析生态过程。

遥感生态学不仅利用遥感的空间信息、时间信息和波谱信息,而且通过 GIS 和 GPS 充分利用其它非遥感信息(如,气象数据、高程数据等)。同时,遥感参数与计算机仿真模型相结合。微观与宏观相结合(例如,利用植物的生理、光合机理来构建群落的生物量模型,以及区域水平的 NPP 模型),将生态各层次水平的研究有机地结合起来。

虽然,首次在这里提出遥感生态学,但是与它相联系的研究工作,早已在国内外进行多年。80 年代我国研究工作者利用航空航天遥感信息编制了各种比例尺的植被图,森林和草场资源图,反映了从生态系统、景观至区域水平的植被类型及分布状况。80 年代中期开展的草场生物量估算,小麦估产开始了群落至区域水平的遥感生物量估测模型的研究。但是这些模型还只是简单的经验型的统计模型。90 年代的作物估产模型开始从作物的生理、光合作用机理出发,改进了作物估产模型。例如,中国科学院植物研究所池宏康从冬小麦群体经济产量形成的光合作用原理出发,提出了动态植被指数(VI)——产量模型,精度达 98%。上海气象科学研究所杨星卫等依据水稻生物量分配规律及环境条件的影响,用 NOAA 气象卫星数据建立了水稻遥感动力估产模型,估算了水稻各器官的干重,取得了较好的模拟效果。



1994年,池宏康在黄土高原区域水平上,进行了植被指数(VI)与植被带的生态分析,用气象卫星 NOAA/AVHRR 数据计算的 VI 累加模型得到的森林、草原(草甸草原、典型草原、荒漠化草原)、荒漠的界线与“中国植被”专著中提出的界线基本吻合。国外的研究更深入。八十年代后期,美国的生态学家用卫星数据和气象数据作为 Forest-BGC 模型(描述森林生态系统过程的模型)的输入变量,编制了 Montana 一个 1200km<sup>2</sup> 面积针叶林区的年蒸发蒸腾净光合作用的图件。

1997年,对地观测系统(EOS)将开始提供复盖地球大部分发表面的有关可见光、热红外和微波波段的数据,其空间分辨率、光谱分辨率都有较大提高,为遥感生态学的发展提供了极好的机会。在今后的几十年内,由于生态各层次的遥感模型和生态系统过程仿真模型(遥感数据作为其中的变量)的发展,有可能对植被、生态系统在区域尺度上的状况和生态学过程量化,对环境变化引起的生态系统的结构、功能变化作出预测。由于,随着对农业生态系统、草地生态系统和森林生态系统,在较大尺度上生态过程和状况的量化,其成果可以应用于生产管理,为地球资源合理有效管理发挥生态科学的作用。

## 河西走廊黑河流域的景观结构特征与景观类型图的编制

吴 波

(北京大学城市与环境学系,北京 100875)

河西走廊居于青藏高原和巴丹吉林沙漠与腾格里沙漠之间的过渡,是我国北方一条重要的生态过渡带。黑河流域位于河西走廊中段,地理位置为 N38°44′—42°41′, E96°42′—102°5′,面积约 13 万 km<sup>2</sup>。

干旱地区的内陆河流域是一个完整的生态功能单元,由水把流域内各部分紧密联系在一起。黑河流域作为一个功能整体可以划分为三个大的景观单元:

1. 山地森林、灌丛和草地景观:上游祁连山区。地势高寒,降水较丰富,4200—4500m 以上发育冰川。它是流域的径流形成区和水源地,发育较好的植被起着涵养水源的作用。
2. 平原绿洲景观:中游走廊地区。地势平坦,灌溉农业历史悠久,是人口的集中分布区。
3. 高平原荒漠景观:下游的金塔盆地及相邻的阿拉善高原部分。气候干旱,植被稀少,沙漠、戈壁广布。

我们在甘肃省河西地区土地类型图(1:50 万)和黑河流域土地资源评价图(1:100 万)的基础上,参考航片、卫片资料并结合野外调查,编制了黑河流域景观类型图(1:100 万)。划分景观类型的原则:(1)均质性原则。作为景观要素的生态系统在景观中以相似的形式重复出现,因此,景观是相对均质的,具有比较明显的边界;(2)功能与过程一致性原则。不同景观单元之间在物种、能量和物质的流动方面有功能性差别,具不同内部结构的景观执行不同的景观功能,控制不同的生态过程;(3)主导因素原则。通常情况下,植被和土壤被作为识别生态系统的主要标志。在景观中,植被和地形往往是最显著的外部特征,可以作为识别景观

的标志。在研究区内,地面组成物质及其所发育的土壤的区域差异十分明显,因此我们以植被和土壤的差异来确定不同的景观类型。在上述原则指导下,将整个流域划分为 20 个景观类型(命名主要采用“植被类型+土壤类型”的方式,特殊类型如裸露戈壁等除外):①高山冰雪景观;②寒漠土高山寒漠景观;③亚高山——高山草甸土亚高山——高山灌丛、草甸景观;④山地灰褐土、山地栗钙土山地森林草原景观;⑤山地灰钙土荒漠化草原景观;⑥灰漠土草原化荒漠景观;⑦灰棕漠土荒漠景观;⑧灌溉绿洲景观;⑨人工林景观;⑩旱耕地景观;⑪草甸土草甸景观;⑫草甸盐土疏林灌丛景观;⑬固定、半固定风沙土疏林灌丛景观;⑭沙漠景观;⑮戈壁景观;⑯灰棕漠土疏林灌丛景观;⑰盐化草甸土疏林景观;⑱盐化草甸土灌丛、草甸景观;⑲盐漠景观;⑳湖泊。

上述景观类型可以归并为三个景观类型组,分别对应于前述的三个景观单元。

①山地垂直带复合景观组。景观分异的主导因素是海拔高度。不同海拔高度水热组合状况不同,使植被和土壤呈现垂直分异。其结构特点是不同景观类型循西北——东南走向的平行岭谷呈带状分布。

②平原绿洲景观组。地表组成物质、水分条件和人类的经济活动是景观分异的主导因素。走廊区是人类活动的集中区,农业活动是其主要形式,地表组成物质和水分条件的不同影响人类的土地利用方式。覆盖走廊区的冲积——洪积扇从西南向东北组成物质逐渐变细,景观类型也随之发生变化。平原绿洲景观具有较高的异质性,其显著特点是灌溉绿洲景观沿河流分布。

③高平原荒漠景观。中地貌条件、地表组成物质和水分条件是景观分异的主导因素。广大戈壁地区地势平坦,砾石裸露,由于流水切割和风蚀作用形成许多大小不等的洼地和沟槽,形成灰棕漠土荒漠景观镶嵌于戈壁景观的格局。在金塔盆地和额济纳旗达来库布镇周围有小面积绿洲分布。

## 生态界面与界面生态学

由文辉

(华东师范大学环境科学系,上海 200062)

生态界面(Ecological boundary layer)是指凡处于两种或两种以上的物质体系、结构体系、功能体系之间所形成的“界面”,以及围绕该界面向外延伸的一定空间范围。生态界面强调生态系统或亚系统之间的相互联系与相互作用,其主要特征为:①具有“过滤膜”和通道作用,调控物质流、能量流等生态流及生物在系统之间的流动;②由于它处于两类或两类以上性质相异的生态系统的过渡或突发转换区,具有边缘效应;③脆弱性,主要表现在生境改变速率、抵御外界干扰的能力、系统稳定性、全球生态变化的敏感性,以及资源竞争等方面;④广泛性,生态界面广泛存在于生物圈中,并伴随全球生态问题被人们日益关注。

生态界面的物质流、能量流、信息流等既从属于一般的物理学规律,也受制于组成界面



之系统内生物群落的结构与机能,二者相作用的结果,使得生态界面的组成、结构、机能既不同于外界环境,也不同于任一相邻系统。近年来,关于生态界面的概念、结构及其变化规律、方法论,进行了一些探讨,但多局限于植物群落内部空气温度、湿度和风速在特定条件下的生态边界层结构及其生态机能。而对于较大尺度上的生态界面研究尚属薄弱环节,如陆地植物群落中大气—土壤生态界面以及群落间生态界面;水生生态系统中,大气—水体生态界面以及水体—底泥生态界面等,其结构及其机能直接(或间接)影响到群落的生长、维持、更新以及土壤(底泥)的肥力等过程,同时赋予生态系统对外界气候变化具有一定的缓冲能力。对于生态界面的深入研究,必将为生态学的新领域——界面生态学(Boundaryecology)的建立和发展提供新的内容和实践积累。

在某种意义上讲,生态界面是生态交错带(Ecotone)的扩展,界面生态学更注重环境改变对生态界面动态的影响机理以及生态系统间的广泛联系和相互作用程度和方式。未来的研究战略应侧重以下四个方面的内容:

1. 生态界面结构和机能研究,分析生态界面中植物、动物、微生物三者之间的相互作用及其与生态系统多样性和稳定性的关系。
2. 生态界面在生态系统稳定、恢复方面的作用,探讨退化生态系统恢复的技术措施。
3. 界面生态学理论和方法在农、林、牧、渔等领域持续发展中的应用。
4. 不同生态系统界面动态的研究,为全球气候变化对生态系统影响提供新证据。

## 种间信息化合物与害虫管理

张文庆 张古忍

(中山大学昆虫学研究所生物防治国家重点实验室,广州 510275)

种间信息化合物(Allelochemicals)是一类调节不同种类之间个体的相互作用的信息化合物,包括利它素、利己素和互益素等。

在害虫管理中应用种间信息化合物依赖于几个生态特征,例如不同营养层次上的食物宽度、被攻击食植者的发育阶段以及食植者在时间和空间上的可预测性。应用的途径主要包括三个方面:调控天敌的行为、调控害虫的行为以及改进作物育种。

植物受害后会释放出挥发性互益素吸引天敌,受害植物的未受害部分以及受害植物周围的未受害植物亦有此功能。天敌利用植物挥发性互益素和食植者利它素寻找合适的取食生境和寄主。大多数的研究都是关于拟寄生者搜索寄主的。有关捕食者寻找猎物的报道很少,而且这些捕食者的取食范围都较窄,如捕食螨 *Phytoseiulus persimilis*。利用种间信息化合物来调控天敌的行为,从而提高天敌在生物防治中的作用是害虫管理研究中一条正在探索的新途径。Lewis 等(1972)首次证实应用搜索寄主利它素能有效地提高广赤眼蜂对寄主的寄生率以来,对利它素的应用进行了不少研究,结果表明通过利它素的应用,赤眼蜂、长距茧蜂和一些幼虫寄生蜂的寄生效果都得到明显的改善。

通过利用天敌的学习行为,可以调控天敌对植物源和寄生源信息化化合物的反应,提高其搜索效率。天敌对植物气味的反应可塑性较大,易产生不习行为,尤其是那些在植食性阶层是专一性的而在植物阶层是广谱性的天敌。这在长距茧蜂、姬蜂和菜蚜茧蜂等中得到了证实。一般来说,天敌对寄生源产物的反应天生比较固定和强烈,学习行为潜力不大。但一些报道表明亦有一定作用,如释放前应用寄主虫粪预处理能使螟虫长距茧蜂对玉米螟的寄生率提高 12.8%。

植物化合物在植食性昆虫寻找和接受其寄主植物的行为过程中发挥着最重要的作用。因此,深入研究害虫的产卵、取食等重要行为,发现产卵抑制素和取食抑制素等,鉴定其结构,然后生产这些天然杀虫剂并应用于田间,是最直接的害虫防治手段。如玉米中的酚醛酸能抑制玉米蜡蝉的取食,高浓度的芳香族氨基酸能抑制灰飞虱产卵等。尽管昆虫与植物相互关系的研究很多,但能鉴定到结构的抑制素并不多。

应用生物技术改良作物育种,使之不仅具有能抑制目标害虫产卵和取食的信息化合物,而且受害后能产生具较高活性的互益素以吸引天敌,从而达到作物抗性与天敌协同控制害虫的目的。

此外,种间信息化合物不可以作为生物杀虫剂和化学杀虫剂的增效剂。

## 关于种群能量学的思考

叶 辉

(云南大学生态所,昆明 650091)

能流问题是生态系统的核心问题。物质循环和能量流动反映了生态系统的本质特征,也是生态学最为重要的基本概念。

能量生态学运用能量交换、传递、贮藏等基本规律分析生态系统的演替规律、生态系统各生物组成的有机联系及能量流动规律,成为揭示和认识生态系统成员关系和系统变动的又一重要学科分支和理论分析手段。

运用能量流动概念分析生物组成间的关系常以种群为基本单元。这不仅能较准确地揭示出系统成员的关系,且能从整体上反映系统网格的基本。

迄今,能流分析仅限于种群水平。实际上,种群个体或由于遗传上的,或由于环境因素的影响,在个体大小、活动能力等方面存在程度不同的差异,各个体不可能等量地获取流经的能量。能量分配的差异在当种群能量供应不足时尤为明显,被认为是导致种内竞争、种内自残的一个重要原因。由此,肾流概念不仅可用于种群水平,而且也可以并应该被引入到种群内的个体水平。只有在这种情况下,才可有对种群或种群个体行为更加完整地描述。

一个相似的比喻是在种群水平上的能流如同人体血液在动脉静脉内的大循环;能量在种群内个体间的分配如同人体毛细血管等构成的血液微循环。显然,只有当血液大循环与血液微循环联系起来才可真实揭示人体血液循环的全貌;同样,也只有当种群水平的能流规律



与种群内个体间的能量配置规律结合起来才会更加全面地反映出生态系统内能量流动的规律性。

能量在种群个体中的“流动”或分配根据不同生物种群对象似具有三个基本特征：

1. 不均匀性 指能量在种群个体间的分配是不相同的。在植物种群中，如自疏现象、动物种群中的种内竞争等，即为能量在部分强大个体中分配较多，或能量主要地更多地向强大个体流动。

2. 再分配性 指能量进入种群之后在个体间再次横向流动。如动物中的自残现象。郭公虫幼虫在食物不足情况下，有取食同伴的习性。这种能量的再分配有利于保证至少部分个体存活下来，因而是种群的一种生态策略。

3. 可贮藏性 指能量可以在种群部分个体中暂时贮藏起来。如昆虫中的部分滞育现象、植物中的种子休眠现象等。在此情况下，能量在种群部分个体中继续向下一营养级流动，而另一部分被贮藏在部分种群个体中暂时停止流动。

种群能量学除了运用能量概念解释能量在种群个体间的流向模式，或分配格局外，还可以运用于解释种群个体的行为。

用种群能量学解释动物行为可以找到许多事例。如上述中的竞争、自残。在鸟类和一些如狮、虎、狼等大动物中，当它们饱食之后，便不再攻击捕杀猎物，有时即便猎物垂手可得也视而不见。

## 论生态系统中的关键种

孙 刚 盛连喜

(东北师范大学, 长春 130024)

确定不同物种间的相互关系，理解各种生物的相对地位，是生态学的重要研究内容。原有的“物种冗余”观点认为各个物种是平等的，正如工厂中随便开除一些工人依然能够制造汽车一样，生态系统中某一物种或某些物种的丧失并不会影响到整个系统。然而，新的研究表明，事实并非如此，在有些生态系统中存在着起到关键性作用的物种，它们的有或无对于系统的维持是举足轻重、决定性的。这就是自 20 世纪 60 年代后期发展起来的关键种理论。

文章分五大部分：

### 1. “关键种”概念的提出

1.1 由上至下的控制作用 “关键种”概念来自于捕食者对群落中物种多样性的控制作用思想，这种思想是华盛顿大学的 R. T. Paine 在 1966 年首次明确提出的。它与“生产者→初级消费者→次级消费者”自下而上(bottom-up)的传统路线相反，强调的是自上而下(top-down)的控制机制。这是通过对海洋岩石潮间带生物群落进行观察和实验得到的结论。

1.2 “关键种”概念 1969 年 Paine 首次将“关键种”术语应用于海洋群落中的捕食

者,并对“关键种”概念进行了定义。

## 2. 关键种概念的拓延

自从 Paine 创立关键种概念,这个本用于捕食者的术语很快便被引申开来,不同种类的关键种已经得到研究和探讨,包括关键捕食者、关键植食动物、关键病原体及关键寄生物、关键竞争者、关键植物资源、关键散布者和传粉者、关键非生物过程等。

## 3. 关键种研究现状

3.1 研究动态 关键种概念提出以后,很多人进行了尝试性研究。Paine 首次提出这种思想的“食物网的复杂性与物种多样性”一文,作为经典性文献,在 1967—1980 年间被引用达 852 次。但总体来说,国际上对关键种的研究也是刚刚起步。至于国内还未见这方面的具体工作,只有零星报导。

3.2 研究地点 关键种研究主要集中于水域,尤其是海洋。陆地上的研究极为有限。

3.3 研究方法 包括去除法、推断法、比较法。

## 4. 对关键种概念的评价

4.1 关键种概念的意义 自关键种概念提出后,得到一些学者的高度评价。Bond 把关键种研究视为生物多样性保护工作的极为重要的组成部分。

4.2 对关键种概念的质疑 对关键种概念加以肯定的同时,一直伴随着批评和怀疑。有人认为,Paine 实验中的关键种作用是非一般性的。许多不同的因子影响着群落结构,这些因子的相对重要性在短距离和短时间内就会改变,因此应该取消关键种作为地球上通用的概念。

## 5. 结语

关键种概念出现 20 多年来,迅速得到了拓延和发展,但还存在诸多不足及难以解释之处。比如,在一个群落中如何确定由上而下和自下而上的相对作用强度?除了营养关系外,是否还存在其它的关键作用因素?如何看待某一物种缺失后其它物种的“补充”与“替代”功能?另外,人已经成为大多数生态系统中的“关键种”,这使得关键种的研究常陷入难堪境地。

然而,一个新概念的问世,其重大的潜在价值短时期内往往难以证实。关键种概念是生态学的发展,它既是理论研究的深刻化,同时也是生物多样性保护等实践工作的客观需要。这方面的任何尝试性行动都是有益和大有前途的。关键种概念可以给人们带来新的拓宽的思路,如相互作用强度、食物网、功能网等理论,由此可能产生出新的研究方法、新的研究领域甚至生态学的一个新分支。



# 凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)根分泌物氨基酸、有机酸组分对其根际肠杆菌属细菌(*Enterobacter* sp. $F_2$ )的影响

赵大君 郑师章

(复旦大学环境与资源生物学系生态研究室, 上海 200433)

本文从分析无菌凤眼莲的根分泌物组分入手, 进而研究这些根分泌物对其根际细菌—肠杆菌属细菌的趋化作用, 以及对细菌在降酚过程中的生长动态、降酚酶活性、降酚效率的影响, 以初步揭示凤眼莲根际微生态系统中的部分信息流。

1. 首次对无菌凤眼莲的根分泌物的氨基酸组分予以鉴定, 发现含有多种氨基酸, 除色氨酸外的常见氨基酸均有, 同时含有一种非蛋白氨基酸— $\gamma$ -氨基丁酸。各种氨基酸按浓度由高到低分别是: 甲硫氨酸(Met)、 $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、缬氨酸(Val)、亮氨酸(Leu)、天门冬氨酸(Asp)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、赖氨酸(Lys)、苏氨酸(Thr)、半胱氨酸(Cys)、精氨酸(Arg)、酪氨酸(Tyr)、组氨酸(His)、脯氨酸(Pro)、天门冬酰胺(Asn)、谷氨酰胺(Gln)、异亮氨酸(Ile)、苯丙氨酸(Phe)。

2. 首次对无菌凤眼莲的根分泌物的有机酸组分予以分析, 发现含有丁二酸等多种有机酸。其中只有丁二酸为三羧酸循环的中间体, 其它均为复杂的不太常见的有机酸。

3. Met、GABA、Gly、Ala、Asp、Ser、Val、Leu 各浓度( $10^{-7}$ ~ $10^{-2}$ mol/l)均对凤眼莲的根际肠杆菌属细菌有强烈的正趋化作用; Glu、Thr、His 的各浓度( $10^{-7}$ ~ $10^{-3}$ mol/l)也对该菌具有一定的正趋化作用; 而 Lys、Cys、Arg、Tyr、Pro、Asn、Gln、Ile、Phe、Trp 则对该菌表现出一定的负趋化作用。趋化作用的强弱与趋化物的浓度有一定的关系, 对细菌的正趋化作用存在一个趋化物的最适浓度范围。联系到各氨基酸在凤眼莲根际的浓度来看, 具有正趋化作用的在凤眼莲根际的浓度都较高, 而具有负趋化作用的浓度则较低, 这正是凤眼莲与该根际细菌结合为根际微生态系统的原因之一。

4. 对该细菌具有正趋化作用的 Met 的不同浓度对细菌的生长曲线、细菌降酚酶活性、细菌降酚效率基本没有影响; 对细菌具有负趋化作用的 Lys 的不同浓度以细菌的生长曲线、细菌降酚酶活性及细菌降酚效率都有不同程度的影响: 高浓度约 Lys( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ M)延滞细菌的生长, 抑制细菌的降酚酶活性, 使酶活力的最高峰值延后, 同时抑制细菌的降酚, 酚被完全降解所需的时间延长, 随着 Lys 浓度的降低各种抑制作用相应减弱。丁二酸对细菌的影响与 Lys 相似。

由此可见: 各种凤眼莲根分泌物构成根际微生态系统的信息流的一部分, 影响着该系统的降酚功能。

# 关于生命能量系统中几个基本论点哲学思考

黄 樨

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室, 哈尔滨 150040)

生命能量系统是为了研究生命的复杂动力学特性, 而从能量活动的研究入手, 探索这种复杂动力学规律而提出的一种新研究方法。该方法以能量活动的微分方程组来描述生命活动的动态行为, 并推导出不同层次的生命实体间动态行为的相互联系。由于它从最一般的能量活动规律中抽象出来, 又考虑到了生命活动的特征, 从而能较准确地解释一些生命现象与生物学、生态学中几个常用的经典公式间的关系。

为了借助于当代学术思潮中关于系统科学、自组织和复杂性的一些新观点、新结论, 更为深入地探索生命现象, 生命能量系统的理论立足于如下基本论点: ①建立能量微分方程组的必要性; ②复杂生命结构简化模型; ③演化过程阶段性; ④确定现象支配随机现象。后三者解释了生命能量系统活动的内部机制和结构, 前者阐明了该研究方法的基本原理及所要达到的目的。本文的目的在于通过哲学思想的讨论, 使不同领域的生命科学研究者了解生命能量系统的基本原理和普适意义。现将几个基本论点简述如下:

1. 只有微分方程组模型才能准确地描述生命能量活动的动态行为。选择能量做状态变量, 才能使整个生命体中各种活动和变化都置于一个统一的尺度下衡量、比较和换算, 使人们对各种生命活动的因果关系、数量关系有更为直观的了解, 而且数量分析对生命活动的非线性动态特性描述尤为重要。

2. 生命活动的复杂性主要有如下特点: a) 多变量间无共同表达形式; b) 多层次: 跨度由最小的蛋白质、细胞、大至生命个体、生态系统等; c) 各组成部分联系紧密, 相互制约; d) 非线性特性; e) 随机影响。

笔者在生命能量系统中提出了网络结点模型, 旨在将复杂的生命结构以重整化群的概念进行简化和约化而强调其中的本质联系, 从而构成能流网络结点结构。

3. 有序阶段性是自组织结构进化的外表现形式。生物生长过程中不同时期的发育情况不相同, 反映了生长过程中内部能量结构的变化, 这种变化支配着生命能量系统的一切功能活动的形成。整个生命过程由若干有序阶段构成, 不断由低级有序向高级有序进化, 承先后后完成整个生命的历程。

4. 在生命活动中确定与随机两种因素影响都不容忽视, 却有主次之分。确定因素产生于客体中的内在规律, 积累能量大、作用时间长, 在生命活动中起主导作用。而随机因素则反之, 可认为是由各种复杂因素导致的一种综合性的“偏差”。随机因素也有起决定作用的时候, 但却是相对的, 有条件的。

生命能量系统作为一种思维方法为生命科学研究提供了强有力的工具, 它以简洁的数学语言提示人们在生命活动中可能发生什么, 不可能发生什么, 还有什么只能在某种条件下



才可能发生等。但自然界中千差万别的具体的生命现象,只有用生命能量系统的理论结合各个专门的学科知识来进行描述,才能活生生地重现出来。

## 等位酶(Allozyme)在分子生态学中的应用

颜廷芬 周福军

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室,哈尔滨 150040)

分子生态学是应用分子生物学原理与方法来研究生物与环境系统相互作用的机理及其分子机制的科学,它是生态学与分子生物学相互渗透而形成的一门的新交叉学科。分子生态学并非是生物学技术在生态学研究领域的简单应用,而是宏观与微观的结合,其优势在于不仅可以了解外界的作用条件,而且能分析内部的作用机制。目前,分子生态学研究所用的技术是近几年来发展起来的针对蛋白质、核酸的分子水平的实验手段。其中同工酶技术(Isozyme)是手段之一。根据“中心法则”,酶蛋白质中多肽链的氨基酸顺序通过 mRNA 直接反应了 DNA 链上的碱基对的顺序,其变化能够很好的代表 DNA 分子水平的变化。近几年来发展的等位酶水平切片凝胶电泳技术对该研究起到了巨大的推动作用。

等位酶分析为以居群(Population)为单位,从分子水平上进行生态学研究提供了有力的手段,不仅可以揭示生物居群的遗传学结构,居群内、种内、种间及种上遗传多样性状况;而且可以判断繁育系统的性质、生殖方式;结合居群的生态条件,进行等位酶分析,了解生物适应生态环境的遗传学基础,发现和推断生态环境变化所引起的遗传结构的改变、某些等位基因减少或增多。反过来,通过等位酶资料的调查来监测环境的变化。

在遗传多样性的研究中,Hamrick & Godt 1989 统计表明植物种的基因位点平均有 50%是多型的,平均遗传多样性是 15%;在一个居群里平均 34%的基因位点是多型的,遗传多样性是 11%。在多型位点的遗传变异有 78%是在居群内,22%在居群间。广布种远比狭域种具有较高的遗传多样性,异交种遗传多样性远高于自交或兼性生殖的种。居群间多样性差异受繁育系统的影响很大,自交种占全部居群间遗传多样性的 51%,而异交风媒的种少于 10%。他们认为,在居群水平上的遗传多样性可以很好地反映出在种水平上的多样性,分布区局限的种趋向于缺乏遗传多样性。

通过研究酶蛋白质等位基因频率、多型位点百分数  $P$ ,每个等位基因的平均数  $A$ ,每个位点杂合度  $H$ ,基因的固定指数  $F$ ,在因多样性  $G_s$ 和  $F$  统计量等指标,可以初步了解一个种的分布范围内各居群内的基因丰富程度、各居群内和居群间的等位基因的形成、分布情况。由此推断它们之间的基因交流、生殖方式和繁殖隔离情况,从而推断居群间的历史情况、迁徙方向(Murphy et al. 1990)。

对不同的分类水平上,等位酶用途不同。在个体水平上等位酶可以用于对父系的分析,在居群和种的水平上探查居群间分化的程度,为在种下划分亚种,同一属中划分种提供遗传学依据(J. V. Raelson and W. F. Grant, 1986),及用来检测杂交种及杂交后代中基因的分离

的情况,并可以检测天然居群繁育系统中亲本来源关系,即基因流的来源。

等位酶同其它技术方法一样,不是万能的。应充分了解等位酶分析在分子生态学中应用的优缺点。为了研究的目的,恰当地使用它。

## 分子生物学技术在植物生理生态学中的应用

王玉杰

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室,哈尔滨 150040)

植物生理生态学是从植物生理学角度来研究植物生态学问题,核心问题是研究各种环境条件下植物的生理反应。在宏观的植物生态学与微观的分子生物学的交叉和纵深发展中,植物生理生态学起到了桥梁和纽带作用。要深刻说明植物在各种环境条件下的生命过程,必须从微观的分子尺度加以探讨。把分子生物学技术应用于植物生理生态学研究,对于阐明植物与环境的关系,阐明植物生长发育规律和植物生命现象的某些本质,是生命科学中学科交叉发展的必然趋势。

1953年, Watson 和 Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型,开创了分子生物学的研究领域,其后分子生物学得到迅速发展。从 70 年代起,以限制性内切酶为代表的一些工具酶的研究最终导致 DNA 重组技术的诞生,并随之形成了一系列的实验方法,如琼脂糖电泳分析 DNA 片段、分子杂交、基因文库以及近年来广泛开展的 RFLP 和 PCR 以及 RAPD 技术等,带动了整个生物学各分支学科的研究向分子水平看齐。

光合作用是重要植物生理功能之一,是植物生理生态学研究的重点。近年来,由于重组 DNA 和基因工程技术等现代分子生物学新技术的应用,包括用限制性内切酶绘制基因图谱、基因定位、分离、增殖和鉴定技术的改进,以及 DNA 顺序快速分析法的确定,成功地对叶绿体某些基因作了定位,并研究了这些基因的结构、功能与表达。

植物的光合作用和共生固氮是植物界所特有的两个重要功能。生物固氮是一个非常复杂的过程,在植物生理生态学范围内,主要涉及生物固氮的催化机制及共生固氮生物和共生寄主的相互关系。由于分子生物学技术的应用,已了解固氮酶的空间结构、各种复合蛋白的功能和活性中心及其合成的调节过程和调节蛋白的分子机制。

繁殖器官的发育与环境因子有着密切的关系,在光周期诱导方面,光敏色素因能接受光的信号从而对许多光形态建成反应具有调节作用而受到注意。目前光敏色素蛋白基因已从水稻、燕麦、豌豆、拟南芥菜、西葫芦等植物中分离、克隆,并进行了序列分析。因而,已有可能通过转基因试验把光敏色素蛋白基因与不同的启动子组装而成的嵌合基因导入到需要研究的植物中去,以进一步分析光敏色素基因的作用机理。此外,转基因的研究还把光敏色素蛋白基因的 5' 一调节顺序加到一个报告基因上组成嵌合基因,并在转基因植物中观察到光敏色素的调节作用。显然,光敏色素蛋白基因的研究,增加了我们对基因表达光调节机理的了解。



在植物对逆境的适应中,很多环境胁迫因素都诱导植物合成特有的蛋白质——逆境诱导蛋白。植物生理生态学家发现一些小分子化合物(如脯氨酸、甜菜碱、葡萄糖等)与植物忍受环境渗透胁迫的能力有关。国内外一些实验室正试图将与脯氨酸或甜菜碱合成有关的酶的基因克隆后转入植物,期望能提高作物对干旱和盐碱的抗性。RFLP 技术无疑已为定位与植物抗逆性有关的性状提供了一个十分有用的工具。

## 对美洲斑潜蝇进行风险评估

### I. 美洲斑潜蝇在中国的适生性分析

徐岩 梁忆冰 娄少之\*

(农业部植物检疫实验所,北京 100029)

随着国际间贸易往来及商品交流的日益频繁,有害生物在全球范围内传播的可能性有极大的增加。为防患于未然,积极发挥植物检疫工作的主动预防功能及提高植物检疫透明度,建立使全球一致的国际植物检疫措施,有害生物风险分析(Pest Risk Analysis,简称PRA)已越来越引起有关国际组织和许多国家的重视。关贸总协定乌拉圭回合签署的“实施动植物卫生检疫措施协议”(简称SPS),对PRA作为检疫决策的科学依据也给予了足够重视。

PRA是近年来在原来对病虫害危险性评价基础上,综合生物学和经济学及管理科学的知识,逐步形成的新的概念。一般认为,PRA主要包括有害生物风险评估和有害生物风险管理。对有害生物的适生性分析是有害生物风险评估的重要环节。

美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 1938 是世界重要的检疫性有害生物,其寄主达100多种,主要为害蔬菜和花卉,可造成30—50%的经济损失,为害严重的甚至绝收。目前我国的“菜蓝子”工程也面临着此虫的潜在威胁。

利用计算机辅助进行有害生物适生性分析是近年来涌现出的新方法。本文利用Sutherst等(1985)建立的IMEX计算机生态气候分析系统,以美洲斑潜蝇的生物学资料为基础,设置、调试相应的参数,并以该虫现已知分布验证所设参数,经CLIMEX运算,计算出约500个中国气象点的生态气候指标值(EI值),对各点的EI值进一步分析,预测该虫在中国的可能适生范围。

分析结果显示,美洲斑潜蝇在我国可能的分布北界为北纬35度左右,在我国北方主要由于冬季低温的影响该虫不能在自然环境下越冬,但在夏季或在温室等保护地亦具备可能的适生环境。北纬35度以南为美洲斑潜蝇的适生范围,其中中度适生区主要分布在华中和华东,涉及11个省(包括江苏、河南、湖南、安徽及山东西南、陕西关中以南、四川西部和北部及贵州、浙江、湖北三省大部分地区);最适生区主要分布在华南和西南大部,涉及9个省(自

\* 西北农业大学植保系,陕西杨陵 712100

治区)(包括海南、广东、广西、福建、云南、四川中南部、湖北中部、贵州南部、江西中南部及浙江南部一些地区)。

目前,检疫部门应密切注意严防此虫传入我国并扩散蔓延。口岸对新鲜蔬菜和花卉可考虑采取低温处理,此外低温贮存新鲜蔬菜亦能有效地防止该虫的传播。

## 温室白粉虱取食喜好性与植物叶表蜡层化学组成的关系研究

盖 宇 徐汝梅

(北京师范大学生物系,北京 100875)

温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 是世界范围内重要的温室害虫之一。粉虱通过吸食植物汁液,传播植物病毒造成直接损失,并滋生烟霉造成间接伤害。据野外调查,粉虱的宿主植物多达 898 种,分属 121 个科的 469 个属。粉虱对不同种的植物和不同叶龄的叶片具有不同程度的喜好性。宿主植物喜好性与生育力、发育历期、死亡率等种群参数有关。因此,研究粉虱对宿主植物的喜好程度及其机制,无论对于理解害虫—植物关系的理论探讨,还是对于模拟、预测、控制粉虱种群的实践都是非常重要的。

扫描电镜研究显示了存在于几种粉虱下唇顶端的感受细胞及其作为接触化学感受器的形态学证据。这暗示着粉虱有可能仅仅以喙尖与叶表接触或以少量唾液对叶表进行化学取样的方式来鉴别潜在的寄主。作为精明的植物学家,昆虫是有可能依据表面物质来推知其内在营养价值的。实验证明,试验性刺探是粉虱确定对宿主植物选择的关键过程;以蒸馏水作对照,用叶表蜡层提取物进行取食选择实验,结果表明叶表蜡层中的化学物质可能起重要作用。本文即将对植物叶表蜡层中的化学物质进行化学分析和生物测定,试图发现其中决定粉虱宿主植物接受与否的关键化合物。

实验材料分别为黄瓜(*Cucumis sativus* L.),品种为津杂 2 号和碧春;青椒(*Capsicum annuum* L.),品种为农大 40。分别取植物嫩叶(自上而下第 2、3 片)和老叶(第 10、11 片),以氯仿多次淋洗叶片下表面,将淋洗物旋转蒸馏可得干燥蜡质。以氯仿再溶,进行薄层层析。展开剂为石油醚:乙醚:乙酸(80:20:1)。

津杂 2 号叶表蜡层薄层层析结果为:

RF	1	2	3	4	5
嫩叶	0.42	0.59	0.70	0.77	0.94
老叶	0.42	0.59	0.70		0.94

即嫩叶叶蜡的薄层色谱较老叶多一个 RF4 谱段。

碧春嫩叶 221.15 克鲜重得蜡质 0.0917 克,得率约为 0.04%;老叶 127.16 克鲜重得蜡质 0.0157 克,得率约为 0.01%。在同一展层系统中,其叶蜡成分得不到较好的分离,表明叶



表蜡层的化学成分在品种间差异较大。

各谱段的生物学效应测定及青椒叶蜡化学成分分析正在进行中。

## 有性生殖的进化生态学

陈晓峰

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

生殖行为是生命现象中的关键环节, 高等动植物进化复杂化程度主要体现在有性生殖行为的及其伴随性状的发生。有性生殖的产生不仅是生殖方式本身的进化, 而且根本上改变了高等动植物的几乎所有的生活史性状与行为。总结有性生殖的进化生态学研究, 资源的优化利用以及利益冲突中的进化稳定性是生殖性状进化中的两个主要选择过程。

### 资源的优化利用

生命现象中普遍性地由于资源的有限性而导致不同适应性组份(fitness component)之间的资源竞争及负相关(tradeoff)。由此产生的自然选择, 定性或定量地决定了许多性状。例如, 生长与繁殖、繁殖与存活率、亲代与子代、雌性与雄性之间都有资源分配的冲突。研究动物在生存与繁殖之间、雌性投入与雄性投入之间的资源配置, 可以定量地刻划进化中优化选择的结果并验证进化理论的预测。性分配的资源竞争模型是进化生物学与行为生态学中最成功的定量模型。成功地阐明了雌雄同体的进化选择。生殖投入与生长存活的负相关, 在生物寿命的进化中具有很重要的作用。资源的优化利用也体现在后代出生时个体大小与数量的关系, 次序雌雄同体(sequential hermaphroditism)性转换时间等方面。

### 利益冲突中的进化稳定性

生殖过程中有一系列的行为问题, 配偶的选择、精子竞争、后代哺育、交配群体中社会关系等, 反映了进化中的利益冲突。进化稳定性研究是行为适应定量分析的基础。进化稳定性的研究可以在不同层次上进行: 基因之间的协同进化、性状之间的协同进化、种内个体间关系、社会关系、种间关系等。植物的授粉方式以及雌雄同体动物的授精方式研究中发现, 雌雄冲突的进化稳定性问题对行为多样性格局有关键作用。理论模型认为, 自体授精的程度处于两极的状态时, 在进化上是较为稳定的。在高等植物和陆生蜗牛中数据都支持了理论推测, 即自体授精的程度接近于零或接近于一的种类居多, 而处于中间状态的种类居少。再如, 雌雄同体生物异体交配时, 由于精子与卵子的资源投入不同, 个体间进行同时的双向交配(蜗牛 *Helix* 属)或进行卵子交换(珊瑚礁鱼 *Hypoplectrus nigricans*)。在单配偶交配系统的形成、性选择、双亲共同哺育后代等生殖行为进化过程中, 也有此类问题。

# 试论生态学的发展趋势

王 权

(中国科学院植物所, 北京 100044)

生态学是一门处于自然科学和社会科学之间的“中间地带”理论, 它的形成和发展与人类自然观的转变和科学思维方法的发展息息相关, 并且对于人类新的自然观的确定起举足轻重的作用。掌握生态学的发展趋势, 不仅可以指导本学科的发展, 而且将极大地影响整个科学的发展, 因为生态学已经成为一门“带头学科”, 它的理论、思维方法已广泛影响各门学科, 并且对人类社会的发展起到越来越重要的作用。

生态学的发展历史可以分成若干阶段, 只有把握住各阶段的历史背景, 找出其内在的发展规律, 才能掌握生态学的趋势。

## 1. 生态学发展阶段的划分

根据不同的哲学思维方法在生态学发展阶段。因此, 生态学的历史阶段可划分: 19 世纪前的前生态学—19 世纪到 20 世纪前叶的近代生态学—20 世纪后半叶的现代生态学。

1.1 前生态学阶段, 即 19 世纪前的生态学, 属于 Kuhn 科学发展模式中的前科学范畴。这阶段的生态学, 仅仅停留于包含在其他学科中的生态学的思想或生态现象的描述, 缺乏特定的理论和研究方法, 但是孕育了生态学的建立。

1.2 近代生态学, 即 19 世纪到 20 世纪前叶的生态学, 属 Kuhn 模式中的常规科学范畴, 又可细分为开创和发展两个阶段。在这阶段中, 以培根的还原主义为指导方法论。

1.3 现代生态学阶段: 这一时期的总体特征是系统科学理论的吸收应用研究范围和深度的扩展, 新技术的应用, 及分支交叉学科的大量出现。

## 2. 生态学发展趋势

总观生态学发展历史, 从个体到种群到群落到生态系统, 从低层次到高层, 从小尺度至大尺度, 从平衡观, 表明了生态学范式的变更。它与人类自然观的改变和科学思维方法的转变是息息相观的。科学思维方法中的整体论和还原论, 动态观和静态观的斗争贯穿于其中。作为现代生态学的基础—系统分析已经定义了生态学的一种新的范式。

由于一直未找到某些哲学家作为一门科学应当具备的数学化、公理化和方法论的理想概念, 生态学至今仍被认为是“不成熟的”或“幼稚的”。但是, 一个由囊括宇宙定律或全球的数学模型所体现的科学研究的理想概念, 是否适宜作为判断生态学成熟的尺度? 生态学必须有一种新的理论构架来适合生态现象的复杂性和成熟性, 即生态学的与物理学不同的思想王国。这一认识, 将极大预示着生态学的发展轨道。

生态学是介于自然科学和社会科学之间的中间地带。由于自然科学和社会科学具有不同的理论模式, 物理学理论模式并不适用于社会科学。同时现代的思维方式是定性化定量化的统一, 精确性与模糊性统一, 决定论与非决定论的统一。故将物理学模式应用于生态学是



不可行的。生态学应当发展自己的“中间地带”理论形式,找出它的自然科学成分与社会科学成分之间的结合和过渡的桥梁。追求象物理学那样的定量是无益的。

苏联凯德洛夫的“带头学科更替理论”将分子生物学和信息科学列为第五、第六代带学科,而我们认为应将生态学列入其中,第三次产业革命的实质是生态化,在这意义上说,更奠定了生态学作为带头学科的地位。

### (1)生态学哲学的形成

这主要表现在两个方面:①促使人类自然观的转变。

### ②生态学思维方式将被广泛应用

### (2)生态学将成为指导全面的社会发展的理论基础

主体和环境的关系,是生态学的基本观念,经济进步不等于——社会系统的进步,在增长—发展—进步三者的关系中,文化价值的选择是关键性的,文化价值是检验增长目标是否合理的基础。如同物种的多样性导致生态系统的稳定。

(3)作为自然科学的一部分,生态科学本身将进一步发展,研究范围将进一步扩大,深度进一步加深,由强调平衡、稳定性、均质性、确定性和单尺度,小尺度现象向非平衡、不稳定性、异质性、不确定性以及多尺度和等级特征发展。

(二)理论生态学

GIS 支持下的小流域森林水文生态经济效益评价

王 兵 刘世荣

(中国林业科学研究院森林生态环境所,北京 100091)

地理信息系统支持下的森林水文学研究,必须通过森林水文要素的空间分布格局、时空变化,建立森林水文要素分布的地学模型(DTM),并且利用 GIS 的图形功能,直观地评价不同自然地理带的森林水文生态经济效益。

本文以位于甘肃省天水市南郊的吕二沟作为研究流域,流域面积 12.01km<sup>2</sup>,从 1954 年设站开始流域观测,至今已积累了近 40 年的森林水文实验数据,且资料序列完整,能够满足本研究对原始数据资料的要求。

小流域生态系统所产生的森林水文生态经济效益可划分成两部分,一部分效益作用于流域界线以内,受益方为流域内部资源的使用者,这部分效益称之为内部效益;如流域立地环境的改善、生物产量的提高等;另一部分效益作用于流域界线以外,受益方为流域外部资源的作用者,这部分效益称之为外部效益,如削减洪峰和拦蓄泥沙效益等。

小流域森林水文内部效益评价采用水文生态经济效益指数模型,具体地讲,水文生态经济效益指数就是小流域系统内部森林水文生态经济效益入选评价指标的综合反映,它是一个无量纲的评价标准。在研制这个模型过程中,首先要建立小流域森林水文内部效益评价指标体系,本研究选取了土壤侵蚀模数、土壤有机质含量、土壤水分、生物产量的经济收益值四项指标作为衡量小流域系统内水文生态经济效益指数高低的主要因子。

在选定指标体系下,利用主分量分析等数学方法研制的小流域水文生态经济效益指数模型如下:

$$P = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n f_i \times p_i \dots\dots\dots ①$$

P—流域水文生态经济效益指数;A—流域总面积(km<sup>2</sup>);n—流域地类种数;  
f<sub>i</sub>—第 i 种地类的面积(km<sup>2</sup>);P<sub>i</sub>—第 i 种地类的水文生态经济效益指数;

小流域森林水文的外部效益就是削减洪峰径流量和减少输沙量,从而减轻对流域外部的洪水泥沙危害。因此,外部效益也称蓄水、拦沙效益。

吕二沟小流域具有长时间序列的降雨及径流泥沙观测资料,利用统计回归的数学方法建立小流域蓄水、拦沙效益系数模型为:

$$\Delta W = \sum Y_w \times f \times M_w \dots\dots\dots ①; \quad \Delta W_s = \sum Y_s \times f \times M_s \dots\dots\dots ②$$

式中:ΔW:小流域年总蓄水量(m<sup>3</sup>/Y);ΔW<sub>s</sub>:小流域年总拦沙量(T/Y)  
f:各立地类型的有效面积(km<sup>2</sup>);Y<sub>w</sub>:各立地类型的蓄水效益系数(%)  
Y<sub>s</sub>:各立地类型的拦沙效益系数(%);M<sub>w</sub>:流域径流模数(m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>·Y)



Ms:流域输沙模数( $T/\text{km}^2 \cdot Y$ )

具备了GIS支持下的小流域森林水文生态经济效益评价计量模型,就需要编制系统软件。本系统以当今最为流行的系统程序设计语言C开发编制而成,分成二个功能模块。它们是:(1)小流域森林水文蓄水拦沙外部效益的评价模块;(2)小流域系统内部森林水文生态经济效益指数综合计量模块。二个模块之间相互独立,由一个功能友好的窗口界面统一管理调用。GIS数据库是本系统主要的信息源,系统软件从GIS图形库中读取专题信息,经过系统处理,再以图形方式返回GIS数据库,完成系统的功能。

本系统最终生成蓄水效益等级图、拦沙效益等级图和水文生态经济效益指数等级图共18张效益评价图件,等级图属栅格图形,经地理信息系统标准化和编辑处理之后,就可以实现屏幕显示输出和打印机点阵输出。

## 地理信息系统在我国红树林资源管理中的应用

韩博平

(中山大学生物系,广州 510275)

地理信息系统(GIS)是一种新的计算机应用系统,在国际上,已被广泛应用于生态学研究,特别是在自然资源管理和区域环境规划领域。在我国则是刚刚起步,而将地理信息系统应用于在红树林资源管理和保护还是空白。

红树林是自然分布于热带、亚热带潮间带的木本植物群落,世界红树林总面积为1700万公顷,大致分布在南北回归线之间。作为独特的海陆边缘生态系统,红树林生态系统处于海洋与陆地的动态交界面上,它在海岸地区的生态平衡、物种保持以及减灾中起着特别重要的作用,它同时为海岸居民提供了重要的生物资源和经济来源,70年代后引起了全球科学家及政府部门的高度重视,1992年,在联合国环境发展大会上,红树林生态系统被《世界生物多样性公约》列为两个重点保护的海洋生态系统类型之一。我国的红树林自然分布界于海南的榆林港(北纬 $18^{\circ}9'$ )至福建的福鼎(北纬 $27^{\circ}20'$ ),共有21科25属37种,包括真红树植物为12科15属26种,半红树植物为9科10属11种,总面积大约为1.4万公顷。总体上,我国红树林的面积较小,但由于我国红树林分布区位于世界红树林分布区的北缘,它对于研究世界红树林的起源、分布和演化等有着特殊的价值。目前我国红树林资源破坏严重,据50年代末的报道,我国大约有红树林4.8万公顷,目前减少了近70%。并且我国红树林资源仍面临着进一步减少的危险。在广西,重要的红树植物种—角果木已经绝种;一直被认为是鸟类天堂的深圳福田红树林自然保护区,也由于人为破坏而导致鸟类的急剧减少。开展我国红树林资源管理和保护的基础研究是十分迫切和重要的。

我国学者在过去的40年里,从不同的角度,对我国南部沿海地区的红树林已进行了较为广泛的研究,为开展红树林资源状况的深入研究积累了大量的基础资料。但是有关我国红树林资源的资料仍比较分散,并且很多资料来源于不同时期,缺乏可比性,目前人们对我国

红树林资源现状的认识还存在很多差异。因而从资源管理和保护的角度,建立我国红树林资源状况的信息系统是十分必要的。作者于 1993 年 7 月起承担广东省博士后基金课题“我国红树林资源管理和保护的地理信息系统研究”,目前该项研究已基本完成,利用软件工具 EPPL7 为基础,建立了我国红树林资源管理和保护的地理信息系统—MRIS。该系统以县为基本(三级)单位,省为(二级)单位,即海南、广东、广西、福建、台湾、浙江省及香港地区的沿海地区;一个自然保护区作为一个三级单位,而全部保护区则为与省平行的二级单位。在每级水平上,提供有关自然条件(地理、土壤、气候等)、种类分布(分真红树和半红树两大类)、面积、典型群落类型和分布的数据和图形库。系统 MRIS 能够以区域基本单位、红树植物种、红树植物群落三种方式进行查询和检索;当某些地区的红树林资源状况发生变动时,可以对该系统直接修正其中相应的信息;并且可以对我国红树林资源的特点进行较为深入的分析。因此,我国红树林资源管理和保护的地理信息系统—MRIS 的建立,为我国红树林管理决策部门提供了一个重要决策的信息工具,也将十分有助于在我国对外开展国际间的区域合作和交流,促进我国红树林资源的管理和保护。

## 羊草根系场的场特征研究<sup>①</sup>

王德利 祝 玲

(东北师范大学草地研究所,长春 130024)

生态场是生物与生物之间以及生物与环境之间相互作用形成生态势的时空范围。羊草地下部生态场(简称根系场)与地上部的形态、作用形式及作用媒介差异较大。为精确刻画植物根系场的性质、分布与个体之间的相互作用程度及空间动态变化,本文建立羊草根系场的场特征模型。

$$\text{根系生态势}[\varphi(r)]: \quad \varphi(r) = k\zeta(r) \quad R/N \quad (1)$$

$$\text{根系势消减系数}[\zeta(r)]: \quad \zeta(r) = f \frac{\exp[-\beta(r-r_1)]}{1 + \exp[(r-r_1)^2 - a^2]} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{根系场梯度}(V): \quad V &= \text{grad } \varphi(r) = |\varphi/r| \\ &= k\zeta(r) \left[ \beta + \frac{2r \exp(r^2 - a^2)}{1 + \exp(r^2 - a^2)} \right] \end{aligned} \quad (3)$$

本文研究了羊草个体根系场生态势与场梯度的变化规律。

### 1 羊草根系场生态势的特征变化:

羊草根系场生态势的各模型参数见表 1。结果表明:(1)随作用距离(r)的增大,根系场的生态势开始呈平缓下降,作用距离增大到某一点,生态势陡然降低并趋近于零。这种变化趋势决定于羊草根系势的 Fermi—Dirac 形式衰减,在三维根系分布模式中出现明显的“阶梯性”。(2)根系场中某处的势值大小与根系(场源)的相对生长速率成正比,与该处的资源利

① 国家自然科学基金资助项目



用效力大小成反比。一方面,根系场中场源羊草的生长效率越大,它形成的势值高,对相邻个体的干涉竞争越强,势值是直接作为场作用强度的量度;另一方面,根系场中某处的资源越丰富,潜在的资源可利用性越大,该处势值较低,受到场源羊草的作用较小。势值变化体现了某处生物潜能的高低。(3)根系生物量对势值贡献较大,模型与实验结果均能说明这一点。(4)种群密度对个体势值影响较大,随种群密度增高,个体势值逐渐下降,这体现了种群对个体生物量、根系半径、生长速率等的密度制约效应。

表 1 羊草个体根系场生态势模型参量数(平均)(D,株/m<sup>2</sup>)(1990.05)

密度(D)	1	4	9	25	100	500	628	888
根系半径(a)	6.7	10.2	8.1	8.9	7.9	7.0	6.8	5.9
相对生长速率(R)	0.0254	0.0302	0.0294	0.0281	0.0198	0.0199	0.0192	0.0156
根生物量(B)	1.28	2.13	1.13	1.02	0.54	0.46	0.44	0.36
最大影响程度(f)	0.412	0.396	0.429	0.467	0.273	0.238	0.234	0.194
资源利用效力(N)	0.751	0.518	0.562	0.598	0.695	0.684	0.649	0.701

2 羊草根系场梯度的特征变化

场梯度刻划了生态场中生态势作用的空间变化率。羊草根系场梯度的变化规律是:作用距离很小( $r \rightarrow 0$ )时场梯度较大;随作用距离增大场梯度单调递减到最小值后又陡然下降趋近于零。场梯度在  $r=a, r=0$  处有两个峰值,即势值变化率最速点。根系场梯度与作用距离、根系半径、根量衰减指数及势值呈不同程度的相关,而以梯度值对根系半径变化反应敏感。此外,不同种群密度对个体场梯率的最大值以及达到最大值的作用距离影响较大,这也是密度对个体势值、根量、相对生长速率的制约效应结果。

寄生蜂行为生态学研究  
——赤眼蜂的识别行为与生殖策略

郭明昉

(广东省昆虫研究所,广州 510260)

行为生态学是近十几年迅速发展起来的生态学前沿领域,在国际上已成为颇受重视的热门学科。我国在此领域刚刚处于引进和起步阶段,尤其是昆虫行为生态学研究几乎属于空白状态。本文以三种赤眼蜂为研究对象(稻螟赤眼蜂、拟澳洲赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂),对寄生蜂的识别行为、竞争行为及生殖对策等重要的行为生态学问题进行了较为系统的研究和探讨,根据赤眼蜂在种内和种间表现出的各种行为方式及行为差异,从进化角度,阐述了寄生蜂识别与竞争的关系、识别与寄生方式的联系,揭示了不同种类赤眼蜂所具有的生殖策略以及识别行为对生殖策略形成的作用。本项研究具理论和实践两个方面的意义,为丰富和发展行为生态学的理论和研究方法,提高和增强寄生蜂(赤眼蜂)在害虫生物防治中的效能,提

供了大量实验资料和参考依据。本研究所获得的重要结论如下。

赤眼蜂对自身、同种和异种的其它雌蜂个体的信息均具不同程度的识别能力;识别程度明显存在种间差异。不同种类的赤眼蜂在同一种寄主上识别能力不同。同一种蜂在不同寄主上表现的识别能力也不一。赤眼蜂雌蜂无论是否有过产卵经历,对自己刚刚寄生过的寄主卵均有很强的识别能力,但识别能力随时间的推移而逐渐减弱。识别行为与竞争能力有关。不同的寄生形式(如复寄生、多寄生和共寄生)是有利生存的不同竞争方式,因此识别行为对不同种蜂在同一种寄主上和同一种蜂在不同寄主上有着不同的意义并产生不同的行为反应后果。

根据赤眼蜂在识别程度和竞争能力两个方面的种间差异,我们提出这样的观点,寄生蜂亲代雌蜂的识别行为有三个方面的进化意义:一是避免过寄生,减少种内和种间的竞争,有利种群的繁衍和发展;二是复寄生,通过适当复寄生补充产卵,调整和加强寄主卵内的子代数量,有利种群数量的增加和顺利繁衍;三是竞争,通过竞争以维持一定的种群数量,有利种群的繁衍和发展。我们认为,这是寄生蜂的三种不同的生殖对策,也代表了不同种寄生蜂的种的不同属性。赤眼蜂于种内和种间在识别程度、竞争能力和子代分配上表现出的行为方式和行为差异,形成具有不同生殖对策的寄生蜂种类。本文研究的三种赤眼蜂是分别代表这三种不同生殖对策的寄生蜂种类。赤眼蜂的生殖对策并非固定不变,雌蜂可根据寄主卵环境调整其生殖策略,不同种蜂在同一寄主卵环境时会出现相同的对策,同一种蜂在不同寄主卵环境时会有不同对策。

稻螟赤眼蜂属独居型寄生蜂种类,只寄生小寄主卵,对种内种间其他个体信息的识别能力较弱,竞争力强,竞争程度种间大于种内。松毛虫赤眼蜂属聚集型寄生蜂种类,可寄生不同体积寄主卵,竞争力弱。在小寄主卵上,对种内种间其它个体的信息的识别能力较强,善复寄生,但并不过寄生。在大寄主卵上,对同一雌蜂的寄生卵善复寄生,对种内其他雌蜂个体的寄生卵善多寄生,似乎又无识别能力。拟澳洲赤眼蜂属独居—聚集型寄生蜂种类,可寄生不同体积的寄主卵,竞争力较稻螟赤眼蜂弱,较松毛虫赤眼蜂强。在小寄主卵上,对种内种间其它个体的信息的识别能力较强,避免过寄生;但在大寄主卵上,对同一雌蜂的寄生卵善复寄生,对种内其它雌蜂个体的寄生卵善多寄生,似乎无识别能力,但却具一定竞争力。在寄主卵不同的情况下,为保证子代的存活和繁殖更多的后代,采取多种寄生形式(复—共—多寄生)进行竞争的策略。



# 森林光生态场研究

李树人 赵 勇

(河南农业大学, 郑州 450002)

与物理学中的电磁场、磁场相比,生态场最显著的特点是它的复杂性与综合性,它是由光、热、水、气、土等多因素共同组成。要研究生态场的综合性,首先要研究各因子场的特点以及时空分布规律。在研究各因子场的基础上再进行综合,才能使综合性具有可靠的基础。

光生态场就是光因子生态场。森林光生态场就是森林植物的存在,对自然光时空分布上的影响和干扰。这种影响和干扰成为一种光生态势,影响着森林植物的存在、生长和发育。在森林中,每一森林植物所处的高度和树冠的大小不同,对光影响范围及光干扰强度不同,对基础植物和所受其它植株产生的光生态场影响也不同。

单株树木对光生态场的时空影响,取决于树种、树高、冠长和冠幅。单株树木瞬间光投影形状,随树种和太阳高度角而变化。太阳高度角小于  $73.5^\circ$  范围以内,阔叶树冠投影为一条抛物线和一个圆结合而成;针叶树冠投影为一三角形和一个半圆结合而成。当太阳高度角  $\geq 73.5^\circ$  时,树冠投影为一个近圆形。单冠投影面积同样依树种和太阳高度角而变化。当太阳高度角自水平线到无限小时,树冠投影接近无限大;以后随太阳高度角增加,投影面积逐渐缩小,面积随太阳高度角的变化为指数函数关系;当太阳高度角  $\geq 73.5^\circ$  时,投影为以树冠最宽部位为半径的圆。

树冠投影的连续变化,随季节、太阳高度角的不同而变化。在北半球中纬度的春分、秋分前后,太阳出自东方,落在西方,单冠投影的轨迹是东西向无限长的“—”字形;其宽度为树冠最宽部位的直径。在春分到秋分之间,太阳出自东北,落向西北,中午到达天顶,日投影轨迹呈倒“U”字形;从秋分到春分期间,太阳出自东南,落向西南,中午接近天顶,日投影轨迹呈“U”字形。从理论上讲,无论在春分到秋分之间,还是秋分到春分之间,一个树冠日投影呈一个东西轴长接近无限大,南北轴长为树高 1.5 倍的椭圆。实际上,太阳在早、晚光照很弱,这时植物光合作用未进行,微弱的光生态势对其它植物起不到干扰作用。当太阳高度角大于  $25^\circ$  以后,光照逐渐增强,树冠遮光才能产生影响,这一区间称为光生态场的有效范围。这时树冠日遮光面积为以长轴(东西向)为树高 4 倍,短轴(南北向)为树高 1.5 倍的椭圆。

在林内,光生态场更为复杂。除了相邻树木之间的遮光外,树冠的高矮和大小对遮光也有影响,不同大小树木所受到的光生态场势不同。林木之间的光影响,主要表现为树冠之间的光干扰。一个树冠对周围树冠的光影响范围,为以 4 倍冠长为长轴(东西向),以 1.5 倍冠长为短轴(南北向)的近椭圆;这个树冠受周围树冠的光干扰,同样也是这一范围。在这一范围内,基株树冠对邻株树冠的光干扰,与基株树冠大小成正比,与邻株树冠大小和两者之间距离成反比;基株树冠受周围邻株树冠的光干扰,等于周围树冠对基株树冠光干扰和。在实际工作中,测定高大树冠之间的光干扰很困难,作者借助于克拉夫特林木分级法,通过分级

模式图和太阳高度角求出了不同生长级林木间光干扰系数,再加上距离因子,即可求得森林中各林木所受到的光生态场势。

## 生态系统中的信息流动

何章起

(新疆农业大学,乌鲁木齐 830000)

生态系统中,除了能流和物流外,还有信息流。而且,信息流支配着能量流动的方向和物质循环的过程。正是有了信息流,才使一个生态系统产生了自动调节机制。对生态系统的这一重要机制,研究尚欠系统。因此,对目前已有的大量的生物间信息传递的研究成果,进行全面系统的分析,总结出生态系统中信息流动的规律,是非常必要的。

### 1. 生态系统中信息流动的过程

生态系统中信息流动一般经过信息的输出、接收、存储、处理和反馈五个阶段。

生态系统中任何物体都在随时随地输出信息。据其流动方式,可分成物理信息和化学信息。物理信息借助于光、声、电和机械信号进行传递;化学信息则靠生物所分泌的信息素。

生物面对大量信息,但只接收那些与之有关联的信息。生物种类不同,所处的生长发育阶段不同,生存条件不同,则其接收的信息内容不同。

生物能将所接收的信息中的有用部分存储起来,甚至遗传下去。动物存储的信息,除一部分来源于遗传外,还有很多信息是通过学习后天存储的。

动物接收信息后,首先由神经系统将其解码为具体的感知,然后进行综合和推理,最后作出判断和决策,由运动神经将决策送至各器官或腺体,使之作出反馈。

动物个体对信息的反馈,可分为二种类型:一种基本上属于天赋,由遗传信息控制;另一种则由后天学习得来。遗传信息反馈一般具有固定方式,而后天学习则使反馈的形式更加完善,更加复杂。

### 2. 生态系统中生物之间的信息联系

2.1 动物种群内部的信息联系:动物种群内部个体间互相辨认,进行性活动,集合同类,都要依靠相互发出的信息。进行定向活动的动物,则要依靠环境中的光、声、电、磁或化学信息来导向。动物还能依据种群数量和资源的信息,调整种群密度。

2.2 植物种间的信息联系:植物种间的信息联系主要依靠化学物质,产生偏差、互害或互利。这种作用已应用于实践中。杂草与作物除对矿物质、水和光的竞争外,还可产生抑制性物质。

2.3 植物与动物间的信息联系:动物主要利用视觉和触觉获取食物。肉食动物利用触觉捕食昆虫。植物还生产引诱剂和忌避剂对动物发出信息;动物的信息同样可影响植物的生育。

2.4 动物间的信息联系:动物的捕食、占有领地和防卫等活动,都靠接收信息和输出信



息来进行。这些信息复杂多样。

### 3. 生物节律与环境信息

3.1 日周期生物节律:植物中如叶子活动、开花时间、气孔开放、单细胞藻类发光等呈日周期变化。动物的觅食、活动与静止、生理代谢、海洋中很多虾、蟹的颜色、浮游动物的垂直运动等都有昼夜变化。

3.2 年周期生物节律:植物开花时间、动物的繁殖、迁徙、洄游、休眠、换羽和换毛等都在固定时期进行,由光周期现象所控制。

3.3 月周期生物节律:如红海里有一种海胆,卵巢月园增大,月缺缩小;部分甲壳动物内的肉质变化;美国加州银海鱼潮汐高潮时产卵受精等。人的许多生理变化亦有太阴节律。

## $^{147}\text{Pm}$ 在模拟陆地水生生态系中的动力学规律

商照荣

(中国农科院原子能研究所农业生态环境研究室,北京 100094)

### 1. 材料和方法

使用两只人工水族箱,加土 8~10cm,放水 320L,移栽水芹菜、水花生、苻菜、水葫芦、轮藻,待水澄清后每只水族箱放养鲤鱼 15 尾。每箱施入 74MBq  $^{147}\text{Pm}$  硝酸盐液,使其初始比活度为 231KBq/L。然后分别于 1、3、5、7、9 小时和 3、5、7、9、12、15、18、21、25、30 天取样,制样测量。

### 2. 结果与分析

2.1  $^{147}\text{Pm}$  在模拟池塘中的消长 结果表明  $^{147}\text{Pm}$  在小生境中的行为规律符合一级反应动力学模式,即  $Y = Ae^{bt}$ 。水芹菜在 0~9 天,其余水生植物在 0~3 天,对  $^{147}\text{Pm}$  是吸收或吸附阶段,后期为释放或稀释阶段,  $T_{1/2}$  为 5~10 天;鲤鱼对  $^{147}\text{Pm}$  的吸收较快,在 0~9 小时之间,但排出较慢,  $T_{1/2} = 13.86$  天;土壤对  $^{147}\text{Pm}$  的吸附是最慢的,经过 12 天达到最大值,在随后减少的过程中也是最慢的,  $T_{1/2} = 18.73$  天。对水体中  $^{147}\text{Pm}$  含量变化的回归拟合是一个双分量的指数函数,其长时间分量的  $T_{1/2} = 9.9$  天、短时间分量的  $T_{1/2} = 0.32$  天。

2.2 水生生物对  $^{147}\text{Pm}$  的浓集 比较不同时间小生境中各组分对  $^{147}\text{Pm}$  的浓集系数(CF),可以看出:水生植物对  $^{147}\text{Pm}$  的浓集能力极高,水葫芦  $CF > 10^2$ ,为强浓集生物,可做为  $^{147}\text{Pm}$  污染环境的最佳指示生物,也可用于净化被  $^{147}\text{Pm}$  污染的水体;其它水生植物为次强浓集生物,在实际应用中次于水葫芦;鲤鱼与水生生物相比,其 CF 相差 3~4 个数量级,对  $^{147}\text{Pm}$  的浓集能力很低。

2.3  $^{147}\text{Pm}$  在土壤中的垂直分布  $^{147}\text{Pm}$  的比活度随土壤深度急剧减少,约 80% 滞留于表层 1cm 内,说明  $^{147}\text{Pm}$  在土壤中的穿透能力较低。回归分析表明,  $^{147}\text{Pm}$  在土壤中的半残留深度  $D_{1/2} = 0.88\text{cm}$ 。

# 南亚热带森林土壤生态系统的能量贮存动态<sup>①</sup>

廖崇惠 蚁伟民\* 姚之华\*

(广东省昆虫研究所, 广州 510260)

森林生态系统中土壤层因为与其他部分有明显的界线, 形成独立性较强的亚系统。它在功能上不仅对生态系统的物质与能量起着回收、转化与供应的作用, 而且也是一个贮存仓库。它的贮存量及其动态, 反映着森林生态系统的发育状况。土壤生态系统由凋落物(死地被物)、土壤微生物、土壤动物和土壤组成。到目前为止, 对土壤生态系统的研究仍然多以分科独立进行, 因此对系统的物质与能量平衡还缺乏深入的认识, 而且在不少方面产生模糊的、相互矛盾的观点。本文是由枯枝落叶的分解、土壤动物生物量、微生物生物量、土壤呼吸和土壤有机质等各部分, 在共同样地上同期进行研究的结果, 并企图对土壤生态系统能量流方面获得全面的、系统的认识。

研究样地在广东境内亚热带的南缘: 鼎湖山自然保护区的自然林和鹤山丘陵地的人工纯林。马占相思(*Acacia mangium*)林和红荷(*Schima wallichii*)林。除土壤之外, 各学科的研究结果已经发表。现对这三个样地的能量贮存概况及其动态进行综合论述。要点如下:

1. 土壤的热量贮存状况: 以 1992 年为例, 凋落物(包括在该层的微生物)只占 7.05—18.91%, 以鼎湖山自然林占的比例最小; 土壤动物只占 3.80—5.55%, 也是鼎湖山最小; 土壤微生物占 2.66—3.42%; 土壤腐殖质所占比例最大, 72.55—87.78%, 其中胡敏素又占 60% 上下。鼎湖山自然林总的能量贮存以及腐殖质所占能量比例都是最大的。总贮存量为  $132.11(\times 10^6 \text{ j} \cdot \text{m}^{-2})$ , 马占相思林和红荷林分别为 113.69 和 122.77。

2. 1992 年的贮存情况与 1990 年相比, 鼎湖山下降了  $31.56(\times 10^6 \text{ j} \cdot \text{m}^{-2})$ , 马占相思林基本保持平衡, 红荷林则稍有积累。

3. 根据输入(包括实测地面凋落物、估计的死根和动物摄入的活根)、土壤呼吸输出和总贮存量变化等估计各样地能量的流失, 并绘制出能流的框图。鼎湖山自然林流失量最大, 与林地坡度较大, 土层较薄(有岩石露出)有关。马占相思林次之, 红荷林最小。红荷林土壤容量小于马占林, 故较能涵蓄水份, 流失较少。

能量在凋落物、土壤生物中都是暂存的, 都要被转化到不受气候因子影响的, 相对稳定的腐殖质中, 并较长久地贮存。所以腐殖质能量的贮存量最大。在未成熟的人工林, 它的存量会逐渐增加, 如红荷林。在成熟的自然林中, 它是保持在一个动态的平衡中。鼎湖山自然林由于近几年来凋落物现存量一直在下降, 故土壤腐殖质的能量贮存不仅没有增加, 反而处于低谷。一般认为“自然林生态系统中土壤有机能源趋于富化”是客观规律(邓汉权等, 1990), 但是上述现象与此并不一致。趋于富化的规律, 这大概只适用于未成熟的林和温带

① 国家自然科学基金资助项目: 森林凋落物分解过程中的能量动态(3880149)。

\* 华南植物研究所, 广州 510650



林。对于热带和亚热带森林,则由于其生物生产力强,能量周转快,土壤能量贮存较少,因而是处于动态的平衡中,而不是“趋于富化”。正因为如此,才被认为森林一旦遭受破坏,土壤就经不住高温多雨的作用,很快失去平衡,并迅速退化。

## 直翅目昆虫(*Orthoptera*)群落的时间生态位:最优分割法的应用

刘大胜 林育真 华 凡 傅荣恕

(山东师范大学生物系,济南 250014)

时间是一个重要的生态因素,任何种群都是在一定的时间内发生。群落动态实际上是物种在时间上的有序演变过程,反映了生理、生态的适应和进化的历史过程。许多学者对时间的阶段性、连续性、序列性做了大量工作,并逐渐形成了时间生态位的概念。

多数聚类方法没有考虑样本的顺序,一般情况下用这些方法聚类的样本也是无序的。但在某些情况下,样品是有序的,例如,时间的先后、地层的深浅、海拔的高低,这时聚类就不能打乱原有的顺序。有序样本的聚类方法比无序样本少得多,目前国内外流行的有序聚类法是 Fisher 提出的,国内称做最优分割法。用最优分割法研究生态学问题,国内仅见有关桔园昆虫群落季节格局(郭依泉等,1987)、森林群落演替(张家来,1993)的研究,在直翅目昆虫生态学中尚未见报道。

本文应用最优分割法将济南地区(北纬 36°39',东经 116°59')直翅目昆虫群落的整个时间生态位序列(4月—11月)分为三个阶段,即春—夏高峰期,夏—秋高峰期,秋季高峰期。笨蝗 *Haplotropis brunneriana*、北京棒角蝗 *Dasyhippus peipingensis* 为春—夏季高峰期的优势种,始见于4月中下旬。在农业上,气温高于 5℃ 的持续日数,称生长期,而高于 10℃ 则为活跃生长期,济南地区 5℃ 出现于3月上旬,10℃ 则始于3月下旬。野外观察发现,这一期间一些杂草如荩草 *Arthraxon hispidus*、白羊草 *Bothriochloa ischaemum*、小花山桃草 *Gaura parviflora*、点地梅 *Androsace umbellata*、米口袋 *Gueldenstaedtia* sp、委陵菜 *Potentilla* sp 等开始长出嫩绿的幼叶。笨蝗、北京棒角蝗此时孵化,既有温度条件的保证,又有食物上的供给,这是在长期进化过程中形成的生理、生态上的适应。这一段时间,也是小麦的返青时期,笨蝗为害本地小麦的情况曾有报道(王绍英等,1991),因此应注意对其种群动态的监测。夏—秋高峰期的优势种包括短星翅蝗 *Calliptamus abbreviatus*、中华剑角蝗 *Acrida cinerea*、中华稻蝗 *Oxya chinensis*、日本芝灶螽 *Diesterammena japonica*。这一期间气温明显上升,降雨显著增加,绝大多数植物进入旺盛生长期,直翅目昆虫种类、数量也最为旺盛。秋季高峰期则主要由以成虫越冬的短角外斑腿蝗 *Xenocatantops humilis brachycerus*、红褐斑腿蝗 *Catantops pinguis* 和第二代花胫绿纹蝗 *Aiolopus thalasinus tamulus* 形成,这一期间气温下降,绝大多数种类开始死亡。从发生的种类和数量上来看,秋季高峰小于更一秋季高峰,大于春—夏季高峰。

上述三个时期是与自然因素的时间节律和植物的物候期相适应的,三者在时间上是分离的。群落的主要物种分属于不同的高峰期,没有一个物种在2个或3个高峰期中均为优势种。这种主要物种在时间序列中的依次替代说明了不同直翅目昆虫对时间因子的利用对策和适应。

## 放射性铯在生态环境中的迁移模型

王寿祥 陈传群 钟伟良\* 张永熙 孙志明

(浙江农业大学原子核农业科学研究所,杭州 310029)

采用模拟污染物的同位素示踪技术研究了 $^{141}\text{Ce}$ 在土壤中吸附,在模拟水稻田和模拟池塘中的迁移和消长的动态过程,并运用示踪动力学分室模型原理,通过计算机拟合建立了 $^{141}\text{Ce}$ 在相应系统中行为规律的数学模型。结果表明:

1. 土壤对 $^{141}\text{Ce}$ 吸附迅速且不易解吸。在由土壤液(1.00ml)引入 $6.16 \times 10^4 \text{cpm}$ 的情况下,土壤(0.5g 风干土)中 $^{141}\text{Ce}$ 浓度(cpm/g 干土)随时间变化的数学模式由封闭二室模型原理得:

$$\text{小粉土 } C_1 = 1.23 \times 10^5 (1 - e^{-5.862t});$$

$$\text{青紫泥 } C_2 = 1.21 \times 10^5 (1 - e^{-2.839t});$$

$$\text{红黄壤 } C_3 = 1.22 \times 10^5 (1 - e^{-11.128t});$$

2. 在 $\phi 20 \times 20 \text{cm}$ 的钵钵中,装风干的小粉土或青紫泥 5.0kg,灌水 3.0kg,栽插水稻 4 $\times$ 5株,分别于插秧、返青、孕穗、齐穗、乳熟和黄熟期一次性灌入 $2.55 \times 10^7 \text{cpm}$ 的 $^{141}\text{Ce}$ 液,其在田水—土壤—水稻系统各组分中的浓度(单位相应为cpm/g水、cpm/g干土和cpm/g干重)随时间变化的规律可用封闭三分室模型描述,经拟合,

$$\text{小粉土 } C_w = 1.27 \times 10^4 (0.0004e^{-0.00825t} + e^{-2.237t}),$$

$$C_s = 5.56 \times 10^3 (e^{-0.00825t} - e^{-2.237t}),$$

$$C_r = 1.11 \times 10^5 (1 - 0.89e^{-0.00326t} - 0.11e^{-2.237t})$$

$$\text{青紫泥 } C'_w = 1.27 \times 10^4 (0.0003e^{-0.00805t} + e^{-1.705t}),$$

$$C'_s = 4.46 \times 10^3 (e^{-0.00808t} - e^{-1.705t}),$$

$$C'_r = 8.22 \times 10^4 (1 - 0.91e^{-0.00605t} - 0.09e^{-1.705t})$$

并且,土壤中 $^{141}\text{Ce}$ 浓度与离表面距离成单项指数负相关,95%以上的 $^{141}\text{Ce}$ 滞留于表层4cm内。

3. 在 $1 \times 1 \times 0.6 \text{m}$ 的水泥池内,装土 50.0kg 作底泥,灌水 250.0kg,放养非洲鲫鱼 40尾(每尾重约 5g),螺蛳 100 枚(每枚约 2g),鲜金藻 200g。由池水一次性引入 $2.06 \times 10^8 \text{cpm}$ 的 $^{141}\text{Ce}$ 。该系统各组分内 $^{141}\text{Ce}$ 的浓度(单位:池水、底泥同前,水生动植物均为cpm/

\* 华南农业大学生物物理教研室,广州 510642



g 鲜样)与时间关系的数学模式由池水—底泥—鱼—金鱼藻—螺蛳封闭五分室模型原理得:

池水  $C_1 = 8.22 \times 10^2 (0.046e^{-0.115t} + 0.085e^{-2.105t} - 2.84e^{-3.850t} + 3.70e^{-4.550t})$ ,

底泥  $C_2 = 6.63 \times 10^3 (1 - 0.84e^{-0.115t} - 0.084e^{-2.105t} + 1.62e^{-3.850t} - 1.70e^{-4.550t})$ ,

鱼  $C_3 = 3.61 \times 10^3 e^{-0.115t} - 8.62 \times 10^3 e^{-2.105t} + 1.03 \times 10^5 e^{-3.850t} - 9.85 \times 10^4 e^{-4.550t}$ ,

金鱼藻  $C_4 = 2.15 \times 10^4 e^{-0.115t} - 5.08 \times 10^4 e^{-2.185t} + 6.14e^{-3.850t} - 5.85 \times 10^5 e^{-4.550t}$ ,

螺蛳  $C_5 = 2.66 \times 10^3 e^{-0.115t} - 6.72 \times 10^3 e^{-2.105t} + 7.90 \times 10^4 e^{-3.850t} - 7.50 \times 10^4 e^{-4.550t}$ 。

此外,水生生物对 $^{141}\text{Ce}$ 的富集能力大小顺序为金鱼藻>螺蛳>鱼。

## 高寒草甸根田鼠适应环境的生理生态对策

王德华 孙儒泳\* 王祖望

(中国科学院动物研究所,北京 100080)

根田鼠(*Microtus oeconomus*)是栖息于青海高原金露梅灌丛中的小型啮齿动物,非冬眠,草食性。关于其能量代谢特征、种群能量学、行为热调节、非颤抖性产热(NST)的季节性变化及生态学的其它基本方面,已进行了长期系统地研究,本文在此基础上,为了进一步洞察该种对高寒严酷环境的生理生态适应对策,从以下几个方面进行了研究:1. 光照和温度对根田鼠产热特征的影响;2. 冷驯化过程中根田鼠的适应性产热特征;3. 季节环境中根田鼠消化道形态的适应性调节;4. 冷诱导的最大同化能量;5. 哺乳期的同化能量及产后生长发育过程中的能量分配。主要研究结果和结论如下:

1. 短日照和低温促使根田鼠的产热能力增加,对光照较为敏感;低温导致褐色脂肪组织(BAT)活力加强,短光照可加强这种作用,短光照加低温进一步刺激酶活力加强;表明根田鼠在季节驯化过程中可能主要以光周期作为调节信号,环境低温进一步加强了这种作用。

2. 根田鼠在冷驯化过程中,NST 趋于增加,有一个逐渐发展的过程;BAT 细胞色素酶活力急剧增加,BAT 线粒体蛋白含量对低温的反应比组织蛋白含量的反应强,NST 在体温调节中占重要地位;肝脏、心脏和肌肉也参与了产热调节。

3. 在季节驯化过程中,根田鼠的消化道形态具适应性调节能力,于温度低、食物质量差的季节总消化道及各不同器官的长度和重量增加,表明根田鼠在生理上有能力适应低温和高纤维素的低质食物。

4. 根田鼠冷诱导的最大同化能为基础代谢率(BMR)的 3.2—3.5 倍,远高于以平均每日代谢率(ADMR)估测的每日能耗,说明根田鼠在季节环境中很少达到其能量收支的生理上限。

5. 根田鼠哺乳高峰期同化能量为 BMR 的 2.3 倍,很少达到其生理极限,而消化率和同化率维持在较高水平上,表明消化道形态此期可能有一定调节;幼体生长发育过程中,断乳

\* 北京师范大学生物系,100875

前(变温阶段)田鼠投入幼鼠生长的能量占哺乳代价(Cost of lactation)的 25%;断乳后恒温能力发育较快时期,幼体投入生产的能量占同化能的 8%,在恒温能力发育完善时期,投入生产的能量占同化能的 6%,表明动物自身的维持占重要地位。

根田鼠的这些适应变化,与高寒地区昼夜温差大、年温差小,动物常年暴露于低温环境中是有重大关系的,是动物与环境协同进化及自身权衡比较的结果。

## 海洋赤潮发生的营养动力学模型

王寿松

(中山大学数学系,广州 510275)

赤潮是由海洋中一类微生物(藻类)迅速增殖和高度聚集,以致海水变色的异常海洋生态现象。近年来随着工农业的迅猛发展,沿海海湾河口出现营养化趋势,赤潮发生的范围和频率都有所增加。赤潮发生时,常引起海洋中的鱼虾贝类大量死亡,海洋生态遭受严重破坏,造成重大经济损失。含有毒素的赤潮生物可以经食物链转移积累而使动物和人中毒甚至死亡。赤潮是全球性的海洋灾害,赤潮的危害正日益受到世界各国的重视。

赤潮研究已成为当今世界海洋生态学的重大科研课题。我们在种群生态学和营养动力学的基础上,提出一种赤潮生物(藻类)增殖跟海洋富营养化过程的动力学模型如下:

$$\frac{dE}{dt} = C_1(E_0 - E) - ag(E)S + \gamma_1 \int_{-\infty}^t F(t-\tau)S(\tau)d\tau, \quad \frac{dS}{dt} = S[-(\gamma + C_2) + \epsilon ag(E)] \quad (1)$$

其中  $E(t)$ 、 $S(t)$  分别表示在  $t$  时刻营养物资的浓度和藻类的密度;  $E_0$  为营养输入浓度;  $C_1$ 、 $C_2$  分别为营养和藻类的环境损耗率;  $a$ 、 $\epsilon$  分别为藻类对营养的最大摄食率和转换率;  $\gamma$ 、 $\gamma_1$  分别为藻类的死亡率和死亡后的营养再生率;  $0 < \epsilon < 1$ 、 $0 \leq \gamma_1 < \gamma$ 、 $F(u)$  为营养再生的滞后核函数,  $F(u) \geq 0$ ,  $\int_0^{+\infty} F(u)du = 1$ ;  $g(E)$  为营养上升函数,  $0 \leq g(E) \leq 1$ ,  $\lim_{E \rightarrow +\infty} g(E) = 1$  ( $E \rightarrow +\infty$ )

### 1. 营养上升速度对赤潮发生的影响:

由于不同种类的赤潮生物对营养物资类型的需求和摄食营养的形式有所不同,我们对模型(1)中营养上升函数  $g(E)$  提出下列四种形式:  $g_1(E) = E/2E_m$ , ( $0 \leq E < 2E_m$ ),  $g_1(E) = 1$ , ( $E \geq 2E_m$ );  $g_2(E) = E/(E + E_m)$ ;  $g_3(E) = 1 - \exp(-E \ln 2/E_m)$ ;  $g_4(E) = E^2/(E^2 + E_m^2)$ ; 其中  $E_m$  为半饱和参数。

容易验证,当  $0 < E < E_m$  时  $g_4(E) < g_1(E) < g_3(E) < g_2(E)$ ; 当  $E > E_m$  时  $g_2(E) < g_3(E) < g_4(E) < g_1(E)$ 。根据实际研究表明,中肋骨条藻赤潮发生过程与微量元素(如 Fe、Mn)的关系用  $g_1$  或  $g_4$  形式,夜光藻赤潮发生过程与其摄食硅藻作为营养的关系应用  $g_2$  或  $g_3$  的形式来描述会较合适些。

### 2. 一次赤潮发生全过程的数学模拟:

根据赤潮发生机理的研究表明,一次赤潮发生全过程大致可划分为起始、发展、维持和



消亡四个阶段,但如何刻划这四个阶段尚未有明确统一的界限标准。本文利用微分方程定性分析方法给出一个划分方案。

分析模型(1)的定性性质可知,当  $ae < \gamma + C_2$  时赤潮将不会发生(赤潮生物将灭种);只有当  $g(E_0) > (\gamma + C_2)/ae$  时才有可能发生赤潮。

若某种藻类暴发而形成赤潮时,我们给出这次赤潮发生全过程四个阶段的划分法为:①由营养增长而引起藻类增殖时为起始阶段;②由藻类的急剧增殖而引起营养浓度的下降时为发展阶段;③由营养浓度的大量下降而引起藻类密度也下降时为维持阶段;④由藻类大量死亡而促使营养浓度有所回升时为赤潮的消亡阶段。

## 生物种群数量动态的时空回归预测方法及其应用研究

周国法 李天生\* 徐汝梅\*\*

(北京大学分校应用数学系,北京 100083)

生物种群动态的研究是生态学研究的基本内容之一,而种群动态的规律及其预测模型的研究也有许多报道。常见的种群动态模型可以说各种各样,如各种生长模型、竞争与捕食模型、时间序列与马尔科夫链模型、状态方程模型、生命表模型与矩阵模型等,这些模型的共同点是用前一时间—生命阶段—的数量预测后一段时间的种群数量,这些模型存在的共同问题是都没有考虑空间效应或空间影响。

显然种群动态除了时间上的相关外,还存在空间相关问题,即某一位置  $x$  处  $t+1$  时的种群数量既与  $t$  时  $x$  处的数量有关也与  $t$  时  $x$  的邻近位置的数量有关,种群数量动态的时空相关性—空间相关随时间是变化的,时间相关在不同空间位置是不同的。而且这种时空相关性随距离(间隔)的增大而减弱,超过一定距离(相关的距离阈值)后这种相关就不存在了;还有不同方向的空间相关可以是不同的。同时,不同的种群间以及种群与环境间也存在时空相关。

问题是如何量化种群的时空相关?时空相关和种群动态的预测有何关系?对于这些问题,本文的研究结果如下:

1. 种群时空相关采用二维及三维相关图方法:  $r_{xy}(h) = C_{xy}(h) / [C_{xx}(h)C_{yy}(h)]^{1/2}$

$r_{xx}(h)$  是种群的自相关函数,  $r_{xy}(h)$  是种间相关或种群与环境因素间的相关;  $h$  是距离向量,当  $h$  包含时间为分量时,  $r$  表示的是时空相关。  $r(h)$  随距离增大而减小,当  $h=h_0$  时  $r(h)$  减小为 0,  $h_0$  即相关最大距离。  $r(h)$  的函数形式和空间相关加权是一致的。相关函数的模型可以采用幂函数  $r(h) = ah^b$  和广义指数函数  $r(h) = 1 - \exp(-ah^b)$  模型。方向性是通过计算各方向的相关值后确定的,主方向是  $h_0$  最大的方向。

\* 中国林业科学院森林保护研究所,北京 100091

\*\* 北京师范大学生物系,北京 100875

## 2. 种群动态预测模型:

种群动态的预测模型和时空分析的结果有关。 $h_0$  决定了空间和时间相关的距离—预测模型的阶数。 $r(h)$  的形式决定了空间加权的形式。典型的时空动态预测模型为时空自回归 STAR( $h_{i0}, h_{j0}, h_{t0}$ ):

$$Z_{ij}(t) = b_0 + b_{11}Z_{ij}(t-1) + b_{12} \sum W(h)Z_{k1}(t-1) + \cdots + b_{p1}Z_{ij}(t-p) + b_{p2} \sum W(h)Z_{k1}(t-p)$$

其中时间阶  $h_{t0} = p$ , 权函数  $W(h) = r(h) / \sum r(h)$ 。一阶时空自回归模型为:

$$\text{STAR}(h_{i0}, h_{j0}, 1): Z_{ij}(t) = b_0 + b_{11}Z_{ij}(t-1) + b_{12} \sum W(h)Z_{k1}(t-1)$$

如果有其他影响因子, 则要考虑混合回归预测模型 STMR。一阶混合回归模型为:

$$Z_{ij}(t) = b_0 + b_{11}Z_{ij}(t-1) + b_{12} \sum W(h)Z_{k1}(t-1) + b_{21}X_{ij}(t-1) + b_{22} \sum W_1(h)X_{k1}(t-1)$$

其中混合权函数  $W_1(h) = r_{xz}(h) / \sum r_{xz}(h)$ ,  $X$  是影响种群动态的其他因子。

3. 以马尾松毛虫危害程度的预测为例研究了模型的应用问题。结果表明马尾松毛虫的空间相关是与方向无关的, 空间相关距离为 5 单位格; 时间相关为 2 阶; 因此可以采用二阶时空自回归模型。

交叉相关的研究表明马尾松毛虫的危害程度和前一代的松毛虫密度密切相关, 相关的距离为 4 格, 相关性大小也与方向无关, 因此本文采用了二阶混合回归模型。空间自相关权采用幂函数形式, 空间互相关权采用指数函数形式。

模型预测的结果是用图像形式给出的, 图像的颜色反映的即松毛虫的危害程度。预测结果表明本文的方法对于生物种群的时空动态的预测是合适的。

## 板齿鼠种群中长期预测的时间序列模型

何 森 林继球 翁文英\*

(中山大学生物系, 广州 510275)

板齿鼠(*Bandicota indica* Bechstein)是广东省珠江三角洲地区农田的主要害鼠, 对水稻、甘蔗、甘薯等农作物的危害严重。由于板齿鼠个体较大, 成年个体体重一般在 500 克以上, 且性情机敏, 利用传统的铗日或铗夜法调查, 板齿鼠的上铗率较低, 尤其较难捕获成年个体; 因此, 对种群结构、生态特征分析和建立预测模型都造成了一定的困难。

时间序列模型方法, 是假定预测对象的变化仅与时间有关。根据它的变化特征, 以惯性原理推测其未来状态。事实上, 预测与外部因素有着密切而复杂的联系。时间序列中的每一个数据都反映了当时许多因素综合作用的结果。整个时间序列则反映了外部因素综合作用下预测对象的变化过程。因此, 预测对象仅与时间有关的假设, 是对外部因素复杂作用的简

\* 中山大学数学系, 广州 510275



化。利用时间序列模型预测板齿鼠种群数量发生则比较好解决了上述困难。

基于 1992—1993 年,在与东莞市石龙镇一河之隔的博罗县石湾镇对农田害鼠板齿鼠的种群消长调查资料之上,利用时间序列方法——三次指数平滑法,并结合季节指数法,建立了板齿鼠种群的中长期(6 个月~1 年)预测时间序列模型。模型结构如下:

$$S_t^{(3)} = aS_t^{(2)} + (1-a)S_{t-1}^{(3)}, S_t^{(2)} = aS_t^{(1)} + (1-a)S_{t-1}^{(2)}$$

这里,  $S_t^{(3)}$ —第  $t$  时刻的三次指数平滑值,  $S_t^{(2)}$ —第  $t$  时刻的二次指数平滑值,

$S_t^{(1)}$ —第  $t$  时刻的一次指数平滑值,  $S_{t-1}^{(3)}$ —第  $t-1$  时刻的三次指数平滑值,  $a$ —平滑系数。

非线性预测模型为:  $\hat{Y}_{t+T} = a_t + b_t T + c_t T^2$  (1)

其中,  $t$ —目前时刻,  $T$ —预测的超前时刻数,  $\hat{Y}_{t+T}$ — $t+T$  时刻的预测值, 并且有

$$a_t = 3S_t^{(1)} - 3S_t^{(2)} + S_t^{(3)}$$

$$b_t = a/2(1-a)^2[(6-5a)S_t^{(1)} - 2(5-4a)S_t^{(2)} + (4-3a)S_t^{(3)}]$$

$$c_t = a^2/2(1-a)^2[S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)}]$$

结合季节指数法,则预测模型可变为:  $Y_t^* = \hat{Y}_t F_k$  (2)

其中,  $Y_t^*$ —最终预测值,  $\hat{Y}$ —三次指数平滑预测值,  $F_k$ —季节指数, 为第  $K$  周期三次指数平滑预测值与实测值的比值。

编制计算程序,利用上一年九、十月份板齿鼠捕获率的平均值,作为预测来年上半年或全年板齿鼠种群逐月发生量的模型初值  $S_0$ , 并且令  $S_0^{(1)} = S_0^{(2)} = S_0^{(3)} = S_0$ , 对 1992~1993 年的调查数据进行回测,可以求出  $a=0.02$ 。

利用模型(1)~(2)对 1994 年板齿鼠的发生连续预测了 12 个月,根据当地情况,将板齿鼠的发生程度划分为四个等级, I 级(记捕获率为  $Y, 0 \leq Y \leq 0.845$ ), II 级( $0.846 \leq Y \leq 1.435$ ), III 级( $1.436 \leq Y \leq 2.45$ ), IV 级( $Y \geq 2.45$ ), 预测及回测的精确度和准确度均达到了 75% 以上。本文利用 1994 年的调查数据,对 1995 年板齿鼠的发生亦作了连续了 12 个月的预测。

## 昆虫胁迫下植物生理应激反应的复杂性研究

王海波 钱 吉

(复旦大学环境与资源生物学系,上海 200433)

在昆虫和植物种间相互作用系统的多年研究中,发现植物的应激生理反应主要是由一系列复杂的动态过程来表现的,这首先可从次生代谢的关键酶如苯丙氨酸解氨酶、几丁质酶等的活力变动,以及次生代谢产物如几丁质、丹宁酸、氯元酸等的积累中得到反映;其次也可在主要代谢如谷氨酸脱氢酶活力波动与次生代谢相对应的动态变化中看到。因此,可以认为植物的应激功能是建立在植物自主调控,动态变化的代谢过程上的,交替开放和波动的植物基础代谢和次生代谢使植物始终处于一种警戒状态。这就是我们在首届新学说新观点学术

讨论会上提出的“植物在逆境条件下的整体应激反应模型”的思想(以上工作结果发表在近年的生态学报、应用生态学报和生态学杂志上)。

在上述工作基础上,本研究进一步探讨了植物应激生理反应的波动机制,特别对植物的应激动态过程是周期性的、还是非周期性的,或进一步是复杂性的进行了研究。为此,在大田构建的茄子和朱砂叶螨相互作用系统中,对茄株叶片分上、中、下取样,在不同的时间尺度内测定了植物次生代谢关键酶—苯丙氨酸解氨酶(PAL)和 6—磷酸葡萄糖脱氢酶(G-6PD)的活性。

结果表明,无论是以 0.5 小时、6 小时、24 小时、还是一周为测定周期,无论是上部、中部还是下部,对照组(没有叶螨胁迫)和处理组植物的 PAL 酶和 G-6PD 酶活力都表现为一种时间上的非周期性波动特征,差别只存在在相位和振幅上。这种代谢波动形式在不同时间尺度上和不同空间上具自相似性的分形几何(fractal)特征,以及植物本身是远离平衡态的非线性系统的事实使我们我们有理由相信植物应激生理反应是一种混沌系统。

在认识到植物应激生理反应动态是一种复杂的混沌过程后,再来讨论植物在胁迫下的整体抗性机制有以下几点认识:(1)混沌的生理代谢动态波动过程是植物的一种固有特征,是长期进化选择的结果,因为这种复杂的动态系统具高度灵活性和适应性,能帮助植物应付多变环境中出现的种种突然的变化,这就如同弱小动物在逃避猛禽追捕时可能把混沌性的飞行控制作为一种出其不意的手段来摆脱对方一样。生物进化的必要条件是遗传变异,而混沌可作为一种构成随机变化,从而使变异性有可能置于进化控制之下。(2)由于观察到植物生理应激系统具混沌特征,因此以前提出的关于植物在逆境条件下的整体应激反应模型得到了进一步验证。(3)由于混沌系统的存在,在研究昆虫与植物相互作用系统时,应注意取样的时间尺度,以及取样数据的分析,这样才能避免得出错误的结论。

## 生物种群暴发理论研究的现状

王振堂 孙 刚

(东北师范大学,长春 130024)

人口爆炸,病虫害大暴发迫使人们不得不去深入分析这些令人吃惊的生态过程,从而产生了“生物种群暴发理论”。这一理论国内外已有着较为系统的研究,本文试予简要概述。

### 1. 种群暴发与暴发理论

Alan A. Berryman(1987)给出暴发定义:“某一物种在相对较短的时间内共多度爆炸性地(explosive)增加。”早在 1954 年,Ricker 就“Spruce budworm Outbreak”问题进行了初步的理论探讨。1963 年 Morris 完善了这一理论。该理论认为种群暴发以暴发源地为基础,处于多元平衡结构中的种群,或由于气候、或因食物、或天敌减少等诸多原因,促使其暴发。1981 年 Pedro Barbosa 主编了《Insect Outbreak》一书,从大量的昆虫种群暴发实际角度阐述了暴发理论。



1992年T. Royama在《Analytical population Dynamic》一书中,专门就“Theory of out-break processes”中的上述内容进行了批判,认为暴发源地与多元平衡结构等观点都是不恰当的。但是他并没有就暴发的本性或本质进行探讨。

## 2. 生物种群暴发的本性

达尔文在《物种起源》一书中,就生物的“astonishingly rapid increase”、“Suddenly and temporarid increased”问题提出:这是一切动植物毫无例外的规律,是由其按几何级数增长本性所决定的。

Woodrnh(1922)阐明了一个纤毛虫在七年内可以繁殖出比地球大万倍的原生质,几百年内将超过肉眼所及的整个宇宙空间。著名的试验生态学家R. N. Chapman(1928)就此提出:“这些计算也许很可笑,甚至不真实,但是这却正是由一个果蝇已经做出过的巨大贡献的客观事实。”他认为“这个极高的繁殖率正是果蝇的一个基本特点。”

我国许多生态学者们已经就蚜虫、鼠类、鸟类等做过类似的计算,并注意到暴发本性的讨论。慕立义(1992)在“棉铃虫大暴发主导因素及对策”一文中提出种群的生殖潜能是内因,生态环境是外因,由于棉铃虫的生殖潜能的存在,环境一旦适合,必然出现大暴发。

王振堂(1994. a. 1994. b)在“生物种群疯长与天体黑洞理论”等文献中明确提出:生物种群在短时间内使其总质量达到极大的过程称为疯长,疯长是所有种群的本性。是决定种群暴发或爆炸的内在原因。决定种群疯长的本质参数是内禀增长率 $r$ 。

$$r = (\ln M - \ln m_0) / \tau$$

$M$ 为拉普拉斯天体黑洞质量,  $\ln M = 95.40$ ,  $M_0$ 为种群的个体平均活质量。 $\tau$ 为种群增长达到天体黑洞质量的世代数,一般种群为10—30,微小生物种群为200—300。 $\tau$ 是一个较小的有限数。该公式给出了内蒙增长率与黑洞质量的关系。

## 3. 暴发理论目前争议的几个焦点

是否存在暴发策源地问题;平衡结构存在与否;暴发动力学问题;暴发模型问题;甚至牵动了耗散结构,以及反应扩散方程的讨论。

## 4. 研究暴发理论的重大意义

1956年赫茨勒提出“人口爆炸”问题,同年毛泽东在《论十大关系》一文中提出了控制人口与计划生育问题。1968年保罗·埃里奇《人口爆炸》一书问世。许多基本观点对世界人口危机的解决起到了重大的作用。

由于人口暴满,在地球上造成了大范围的单一种群占优势的区域,使这些地区的生态失去自我节制的平衡,于是单一种群暴发现象时起时落。研究暴发理论,控制种群暴发已是保护生物多样性不可缺少的内涵。

# 植物群落内的冗余结构与稳定性

党承林

(云南大学生态学与地植物学研究所, 昆明 650091)

群落或生态系统的稳定性一直是生态学界争论的主题之一。生态学家先后提出了不少理论, 比较重要的有: 多样性或复杂性理论、反馈控制理论、信息网络、冗余理论等。对这些理论至今仍有争议。Odum(1983)认为冗余也能提高生态系统的稳定性。但在群落和生态系统的稳定性研究中, 冗余理论至今尚未引起生态学家足够的重视。Solbrig(1991)最近又提出“群落是否有物种冗余”。本文应用冗余理论探讨植物群落内的稳定性机理。生态稳定性的定义很多, 这里只讨论抵抗力稳定性和恢复力稳定性。

冗余是指执行同一功能的一个以上的物种或成分是按并联方式组合的。因此, 一个物种或成分的失效不会引起整个系统功能的失效。植物群落是一个由植物体的器官冗余、种群内遗传结构(个体)冗余、物种冗余和层次冗余组成的多重并联系统。这些冗余维持着植物群落的相对稳定性。植物群落的抵抗力主要来自物种冗余和种群内遗传结构冗余, 而恢复力来自器官冗余。层次冗余是兼性的: 既有抵抗力又有恢复力。植物群落具有的冗余结构决定了其稳定性是抵抗的、或是恢复的、或既是抵抗的又是恢复的。研究表明, 冗余理论能合理地解释复杂的和简单的植物群落的稳定性。“多样性导致稳定性”是一种表象, 其本质是群落内的冗余。

如果组成冗余的成分在性质上不一样, 则冗余的功能作用也不同。植物群落内的冗余按其组成成分的性质可分为数量冗余和质量冗余。由性质相同的成分组成的冗余叫做数量冗余, 反之, 由性质不同的成分组成的冗余叫做质量冗余。各个器官(种子除外)和无性系种群的冗余均为数量冗余, 自然种群遗传结构冗余或群落的物种冗余则为质量冗余。这两种冗余在植物群落或种群的稳定性维持中都起着极其重要的作用: 植物群落以质量冗余抵抗外界的干扰, 而无性系种群或各个器官则以数量冗余对受损部分进行修复和补充, 从而保持其数量上的恒定。

冗余是采用备用来提高系统的稳定性的, 而备用的性质又决定了冗余的作用。尽管植物群落内有多种冗余, 但就结构备用而言只有三种: 热备用、温备用和冷备用。每个层次中的物种和种群内的所有个体都属于热备用, 除上层以外的其余层次是温备用, 休眠芽和不定芽则为冷备用。各种冗余在植物群落中的作用取决于备用的特性, 热备用用于抵抗干扰, 冷备用用于植物体受损器官的更换, 热备用既可用于抵抗干扰也可用于植物群落受损部分修复。当然, 植物群落与机械系统不同, 不仅“基本成分”有备用, 而且“备用成分”也有备用。当备用替换受损的基本成分后, 还能自动产生新的备用, 如此反复下去, 几乎是无限的。机械系统则不具备这种特性。因此, 植物群落是可自我修复的, 而机械系统则不可自我修复。



# 自然生态系统评价研究及其应用

杨树华

(云南大学生态与地植物学研究所, 昆明 650091)

## 1. 目的和意义

自然生态系统评价是在一定的自然区域范围内,以生态系统类型的研究为基础,以功能小区为单元,通过研究区域的生态特征、空间结构、生产力、稳定性和各种人为活动对系统生态关系及其整体功能的影响,阐述产生区域性环境或生态问题的生态机制和原理,为环境和资源管理部门提供理论和决策依据。自然生态系统评价继承了环境质量评价的针对性,环境影响评价的趋势性和土地评价的综合性,同时也弥补了这些评价的局限性,是生态学领域中的综合性应用基础研究。

## 2. 理论依据和研究方法

自然生态系统评价以景观生态学的原理和方法为依据、借助 GIS 技术进行。在研究中注重整体性和等级性。自然生态系统评价的整体性体现在评价是以功能小区整体功能的充分发挥为前提;具有相同生态功能的不同评价单元,由于其空间结构的不同,其整体功能的发挥程度有很大的差异,因此,功能小区的整体功能并不等于其各个组成部分的简单加合,尽管其各个组成部分的生态功能非常相似,但在区域系统水平上的功能效率却有重要差异,所以,自然生态系统评价的整体性在很大的程度上取决并依赖于评价单元空间结构的异质性。自然生态系统评价的等级性则体现在对评价单元和生态系统类型划分及制定评价指标体系的原则和依据中。

## 3. 主要研究内容

自然生态系统评价属中尺度的生态学研究。主要研究内容是划分生态系统类型和评价单元及建立指标体系。在研究过程中,实际上涉及到相对同质的生态系统类型和异质性的景观生态系统的研究,它要求把生态系统层次上研究的结果,综合到景观生态系统的整体水平上。

生态系统类型指以生物群落为主形成的生态系统,而评价单元实际上就是生态小区,是按整体性原则以评价目标为依据划分的,它不仅具有汇水功能的完整性及地貌结构和生态系统类型结构的相似性,而且具有相对的独立性。可进行空间异质性与生态功能关系的对比分析和评价。以生态系统类型为制图单元的生态类型图是联系这两类研究的枢纽。生态类型图不仅是生态系统类型研究的总结和主要成果,而且是景观生态系统研究的主要依据和实体模型。它综合地反映出评价区生态系统类型的组成特点、分布范围及各种组成因子的状况,清楚且直观的反映了自然生态系统评价研究的等级层次和评价单元的空间异质性和可比性。因此,生态类型的研究和制图是自然生态系统评价的关键环节和重要成果。

建立指标体系是自然生态系统评价研究的核心。这套指标体系既是研究的理论总结,又

是应用的起点,这是贯穿于整个评价研究的主线作为理论研究的总结,指标体系力求体现整个评价研究的整体性、等级性和景观的异质性及其时空变化对系统功能和过程的影响。而作为应用的起点,则尽量做到用概括、综合、简明的指标尽量准确地反应出整个系统的现状及其发展变化趋势,并且有可测性、可比性和可操作性。

自然生态系统评价主要研究在景观层次上表现出来的整体功能,采用的指标集中体现在景观生态系统层次上所表现出来的生态特征和功能,而在生态系统类型层次上的特征指标应贯穿在生态系统类型划分的原则和依据中,其功能现状和发挥程度的指标仅在以景观功能背景的条件下与景观系统的功能现状联系起来分析,有别于环境质量评价或环境影响评价把不同等级层次的特征和功能指标混在一起的状态,较好地体现了自生态系系统评价研究的等级性。

评价指标应根据区域特征和评价目的不同而异。针对不同的评价目标,由系统特征和各种关系所决定的系统功能现状及其影响程度有所不同。本文作者在《滇池流域自然生态系统评价研究》中选择了由空间结构、生产力、稳定性三项准则,丰富度、多样性、优势度、均匀性、破碎度、生物量、生产潜力、产水量、产沙量 9 项指标所组成的指标体系,而对与这 9 项指标有关的大量信息都在指标选择和研究的过程中被逐步综合。评价的结果证明,指标的选择符合滇池流域的实际情况并能满足评价目标的要求,基本上达到了预期的目的。

4. 应用范畴

自然生态系统评价研究作为综合性应用基础研究,其应用前景是广阔的。它主要可用于:

- 4.1 区域性生态区划和生态规划的理论依据和基础;
- 4.2 区域开发与评价的依据;
- 4.3 生态监测和持续发展研究的基础。

天敌对朱砂叶螨跟随效应的灰色关联分析

吴千红 经佐琴 杨国平 钱 吉

(复旦大学环境与资源生物系,上海 200433)

朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)是国际上棉花、豆类、瓜果等多种作物上的主要害虫。在我国南方,是茄子上的主要害虫。从五月份叶螨开始迁入茄子田,六月底至八月中旬,严重危害茄子生长。伴随着叶螨种群的变化,有多种天敌发生,常见的有黑襟毛瓢虫、龟纹瓢虫、异色瓢虫、草间小黑蛛、八点球腹蛛、南方小花蝽、大草蛉、中华草蛉、丽草蛉、塔六点蓟马等。这些天敌的发生时间不一,有先有后,有的则几乎与叶螨数量的消长同步。它们对叶螨种群的作用大小与作用时间是不一样的。为了评价各种天敌对朱砂叶螨的跟随效应,本文利用灰色关联分析法进行了分析。

在分析中,我们首先对数据进行均值化变换。令  $Y(K)$  为母序列,  $X_i(K)$  为子序列,利用



关联度公式计算得出各天敌与朱砂叶螨的跟随效应—关联序为：

$$r_{ij} = \frac{\min \min |Y(k) - X_i(k)| + 0.1 \max \max |Y(k) - X_i(k)|}{|Y(k) - X_i(k)| + 0.1 \max \max |Y(k) - X_i(k)|}$$
$$r_i = \sum r_{ij}$$

分析结果如下表：

本实验从 1989—1993 年，在上海郊区的严桥镇、高行镇、复旦大学校试验园进行田间调查。有的年份天敌归类统计，如 1989 年高行镇调查，瓢虫包括黑襟毛瓢虫、龟纹瓢虫、异色瓢虫等，蜘蛛包括草间小黑蛛、八点球腹蛛、四点亮腹蛛等。从表 1.7 组样本分析可见，除第 4 组之外，瓢虫与叶螨的关联度均居第一位，即对叶螨的跟随效应最明显。瓢虫幼虫主要的蚜虫和叶螨为食，在茄子田以叶螨发生为主，因而瓢虫数量最多，发生期也与叶螨消长接近同步。大多数样本，南方小花蝽和蜘蛛（草间小黑蛛为主）与叶螨的关联度居前列位置。说明除瓢虫之外，它们是田间控制叶螨自然增长最重要的天敌因子。

表 1 天敌对朱砂叶螨的关联序

时间	地点	关 联 序
1989	严桥	黑襟毛瓢虫>瓢虫>花蝽>蜘蛛>草蛉 0.5856>0.5025>0.3545>0.3530>0.2840
1989	高行	瓢虫>蜘蛛>花蝽 0.5014>0.4612>0.2590
1990	高行	瓢虫>花蝽>蜘蛛 0.5079>0.5169>0.4360
1991	高行	花蝽>瓢虫>蜘蛛 0.5911>0.4856>0.4669
1992	高行	瓢虫>黑襟毛瓢虫>花蝽>蜘蛛 0.6561>0.6398>0.6168>0.6151
1992	复旦	瓢虫>花蝽>草蛉>蜘蛛>蓟马>黑襟毛瓢虫 0.6962>0.6884>0.6542>>0.6483>0.6181>0.6301
1993	复旦	瓢虫>花蝽>蓟马>草蛉>黑襟毛瓢虫>蜘蛛 0.5567>0.5365>0.4880>0.4860>0.4752>0.4531

## 二化螟越冬幼虫空间分布图式的地理统计学分析

胡慧建 黄寿山

(华南农业大学昆虫生态研究室,广州 510642)

种群的空间分布图式的研究，是昆虫生态学中最为重要的内容之一。在经典的空间分布图式中实际上包含了两个含义：数理统计上变量的概率分布和有机体在空间定位的图式（如聚集与否）。经典的空间分布图式分析中预先假定：有机体在空间上两两相互独立，并注重于数理统计上的概率拟合，因此经典的空间分布图式未能形象地反应出有机体在空间分布的具体信息。

自 60 年代由 Matheron 总结和发展起来的地理统计学,认为所分析的因子在空间分布上的取值是与其所处的位置密切相关,并且空间两点间的关系不是独立的而是相互依赖、相互联系的。该理论还提供了从抽样到估计的一系列方法,从而,为因子空间分布的分析提供了有力的工具。地理统计学方法的出现后迅速在生态学中得到应用和发展,该方法可以很好地分析生物种群个体之间、种群与种群之间、种群与环境因子间的空间分布格局、空间相互关系和空间的依赖性;并配合以 Kriging 估计方法对未抽样位置进行最佳估计,从而得到因子在空间的完整的分布图式,为生态学的研究提供了有力的分析工具。

本文利用地理统计学的方法,对 1982 年于江苏农学院某一试验田块上的二化螟越冬幼虫的调查数据进行分析,通过变异图和相关图可以看出该田块上的二化螟越冬幼虫约在 1.8—2.0 米内具有较强的空间依赖性,这与二化螟以卵块方式产卵密切相关;利用该数据进行 Kriging 估计后,得到了该时期幼虫在空间分布图式,从而为该时期的种群控制提供了空间上的具体信息,方便了防治措施的决策。

## 白背飞虱种群系统控制模拟研究

黄寿山 陶方玲 梁广文 庞雄飞

(华南农业大学,广州 510642)

在组建按作用因子组配的白背飞虱自然种群生命表的基础上,通过辅助实验分析,明确了对白背飞虱自然种群的自然控制因子和可以采取的人工控制措施的控制效应。通过干扰作用控制指数建立了水稻不同抗性品种对白背飞虱种群控制作用的控制矩阵,以及不同类型杀虫控制作用的矩阵。

在此基础上利用状态方程方法,通过白背飞虱自然种群生命表参数和改进的等期 Leslie 矩阵模型,模拟广东海陵岛白背飞虱在早、晚两造水稻上的发生动态。结果表明,白背飞虱种群无论在早造,还是晚造,在种植中抗品种情况下,均能在天敌的自然控制下,最高虫口密度均为 3.8 头/科,将不造成为害。而在种植感虫品种,并施用广谱性杀虫剂条件下,则白背飞虱种群将爆发,虫口密度达 100.5—140 头/科,将造成严重为害。

通过输入品种抗虫性和不同杀虫剂的控制矩阵,分析了白背飞虱种群大发生的机制;既种植高感品种,又施用广谱性杀虫剂,将导致白背飞虱爆发;实施种群系统控制的策略为:推广种植抗虫品种和施用特异性杀虫剂。



# 桔全爪螨与天敌多种群共存系统中被捕食量模型

田明义 庞雄飞

(华南农业大学植保系, 广州 510642)

在柑桔园中,桔全爪螨(*Panonychus citri*)受到多种捕食性天敌的控制,因此以某种——对应的试验所得的结果常不能反映出天敌和猎物之间相互关系的实际情况,更不能反映捕食者之间的交互作用。本文采用二次回归旋转组合设计,研究了桔园中3种主要天敌(深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum*、尼氏钝绥螨 *Amblyseius nicholis* 和食螨隐翅虫 *Quasimus* sp.)与桔全爪螨共存条件下桔全爪螨的被捕食情况。根据试验结果,组建如下桔全爪螨被捕食模型:

$$Y_1 = 32.43 + 11.92X_1 + 2.48X_2 + 1.64X_3 + 0.79X_4 + 1.96X_1X_2 + 0.96X_1X_3 + 0.41X_1X_4 - 0.21X_2X_3 - 0.16X_2X_4 + 0.09X_3X_4 + 0.07X_1^2 - 0.88X_1^2 - 0.38X_2^2 - 0.38X_2^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_2 = 31.14 + 11.57X_1 + 2.62X_2 + 1.37X_3 + 1.04X_4 + 1.56X_1X_2 + 0.68X_1X_3 + 0.32X_1X_4 - 0.56X_2X_3 + 0.06X_2X_4 - 0.07X_3X_4 + 0.15X_2^2 - 1.04X_2^2 - 0.29X_3^2 - 0.16X_4^2 \dots\dots\dots (2)$$

其中,  $Y_1$ 、 $Y_2$  分别为桔全爪螨若螨和成螨被捕食量,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  和  $X_4$  分别为桔全爪螨、尼氏钝绥螨、深点食螨瓢虫和食螨隐翅虫相应密度的编码值。

经显著性检验和失拟性检验,上述两模型均能反映出在实验条件下桔全爪螨被捕食量与各参试因子之间的数量关系,且不存在失拟因素。结合田间调查数据,可进一步提取天敌对桔全爪螨种群数量的作用信息。

## 湿地松粉蚧(*Oracella acuta*)自然种群变动规律及与环境因子关系的研究

周昌清 刘礼平 陈海东

(中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

火炬松粉蚧 *Loblolly pine mealybug*, *Oracella acuta* (国内称为湿地松粉蚧), 原产地在美国, 分布在美国从北纬 25°N 到 45°N 的东南沿海各州, 如得克萨斯州、路易斯安那州、佛罗里达州、佐治亚州、南卡罗林纳州、北卡罗林纳州、华盛顿 DC 州等。主要寄主是火炬松 *Pinus taeda*、矮松 *P. virginiana*、萌芽松 *P. echinata*、长叶松 *P. palustris* 和湿地松 *P. elliotii*, 以为害火炬松为主。该虫在美国是次要害虫, 有虫不成灾, 主要是有天敌控制。该虫 1988 年传入

我省台山县种籽园,然后不断向四周扩散为害,在广东目前为害最严重的是湿地松,马尾松 *P. massoniana* 和其它松也受害,但较轻。湿地松受害最严重,受害湿地松针叶缩短  $1/3-1/2$ ,松梢变短,球果变形。受感染的植株上粉蚧分泌大量蜜露,成为煤烟病生长的培养基,所以引发严重的烟煤病,使植株变黑,严重影响光合作用。据初步野外测量统计,受害植株顶梢和侧梢生长缓慢,比正常生长的生长量减少  $25\%-30\%$ 。受害湿地松面积 1990 年为 53.5 公顷,1991 年 267 公顷,1992 年为 76,600 公顷,1993 年为 130,000 公顷,每年扩散面积为 70,000 公顷,年扩散距离为 17—22 公里。每年损失木材量 1 百万立方米,价值人民币 3.05 亿元。

通过林间定点定期连续三年的调查,研究湿地松粉蚧传入后的季节动态,每年产卵高峰和若虫高峰期出现 3—6 月下旬,7 月中、下旬后密度迅速下降,10 月下旬后密度又慢慢回升,密度动态与美国发生区的动态相似,在美国发生区种群主要受天敌控制,而目前广东发生区尚未有有效天敌,分析了环境因子如温度、湿度、降雨量等对该粉蚧的影响,认为影响种群波动的原因是温度和雨量。

文中还比较了该虫在美国分布区的自然条件同我国火炬松生长区长江流域的自然条件非常相似,认为一旦这种粉蚧传布到广东以北的火炬松生长区,大片的火炬松林就会被害,所造成的损失将难以估量。

并提出入侵性害虫大发生为害的原因是原有控制它的天敌没有跟上,失去天敌的控制,导致种群数量大爆发,造成严重为害。对这种害虫的防治唯一行之有效的办法是生物防治。

## 野生大豆(*Glycine soja*)自然种群种子库中种子的休眠 与萌发及其生化遗传结构动态的初步研究

李 军 卢 刚 钱 波 郑师章

(复旦大学环境与资源生物学系生态研究室,上海 200433)

本文从两个不同的角度探讨了野生大豆自然种群种子库中的一些基础生物学问题。试验分别于 12 月份以及次年 1、2 月份采集野生大豆自然种群样方中不同深度的土壤,首先将其在控制温度、湿度以及光照的条件下进行了种子的萌发测定,再应用聚丙烯酰胺凝胶电泳技术对萌发后的野生大豆幼苗中的 4 种同工酶(酯酶、过氧化物酶、腺苷三磷酸酶、苹果酸脱氢酶)进行了分析,并利用数量分类学方法和统计学中的  $X^2$ -测验,以初步揭示野生大豆自然种群种子库中种子休眠与萌发的规律,以及生化遗传结构的时空动态规律。

1. 在时间上,野生大豆自然种群种子库中不同深度层次的种子呈现出一致的萌发生态规律,即 12 月份的萌发比率最高,2 月份次之,1 月份最低。同一月份的种子库随深度增加,种子的萌发率降低。这一现象揭示了野生大豆种子在休眠与萌发之间存在一个活跃的关键性临界状态,本文称之为准休眠态。说明野生大豆种子才脱离母体刚进入土壤层时便具有很强的



的活力,即处于准休眠态,以后周围环境的变化影响其对自身命运的选择。在适合条件下即可萌发,遇到恶劣环境则进入完全休眠态。而处于完全休眠态的种子在受到外界适合条件的刺激下也可进入准休眠态,继而准备萌发。

2. 本文首次对野生大豆自然种群种子库的生化遗传结构的时空动态进行了研究。结果表明野生大豆自然种群种子库中存在着遗传多态现象,其主要来自于由时间引起的环境异质性。在时间变化上,同一层次的生化遗传结构呈现出极显著的差异。在空间变化上,不同层次的生化遗传结构发生着不同的变化。层与层之间的生化遗传结构的差异随时间的推移而加大,而且同一层次野生大豆自然种群种子库的平均杂合度也呈现出同样的变化规律。这说明在对野生大豆自然种群种子库生化遗传结构动态的影响程度上,时间比空间起着更大的作用。

综合上述两方面的研究结果分析,野生大豆之所以具有这种相对特殊的种子库动态模型以及种子库生化遗传结构的动态规律是其在漫长进化过程中适应环境的必然结果。

## 植物气孔阻力的再计算及误差分析

董学军

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

气孔是植物叶片与大气之间的气体交换的基本通道。自本世纪六十年代以来,随着各式气孔计的发展与不断改进,使得快速而准确的气孔阻力的测定成为可能。大量的观测资料形成了对植物生态生理学以及植物—气候相互作用等研究极其有用的第一手资料。目前,全球气候变化及其与植被层的相互作用的研究已经在多个尺度取得了可喜的进展,但有关植物气孔与环境的气体交换的生态物理过程及其在大尺度上的行为的研究却进展甚缓。而这又是机理地理解植物—环境相互作用的关键所在。许多人都意识到,这一难题的存在,在相当的程度上是对叶片气孔阻力的测量的不精确性所造成的。事实上自气孔计出世以来,不少作者就纷纷致力于对该仪器的正确使用,仪器的校正,结果计算及误差分析等问题的研究,分别在温度、叶面积及边界层阻力等的误差对气孔阻力的计算结果的影响等方面取得丰硕成果。然而,一些重要的问题仍未得以澄清。这里有些问题是目前难以解决的,如边界层阻力问题。可以解决的一些问题主要有:①干空气湿度的作用。已有的大量资料是在野外条件下测得,在大量重复取样的情况下,对干空气湿度的2%的假定是难以成立的。②温度测量的作用。温度对气孔阻力的误差的影响可概括为三方面:一是由温度的绝对值的大小所引起;二是由叶温测量的误差所引起;三是由叶片与叶室的温度差所引起。对此,不同作者有不同的处理,甚至有不同的认识。③要全面评价和利用已有的气孔阻力的大量资料,就需要对气孔阻力测量过程中多个物理及生理的因素综合考虑。对上述几个问题的继续讨论乃至尝试性解决便是本文的基本动机所在。

作者考虑了干空气湿度、叶片温度、叶室温度、叶面积及干空气流量等的变化,根据气体

交换的物理过程重新计算了气孔阻力,并对各因素给气孔阻力的最终计算值的贡献进行了分析与讨论。主要结果有:1. 干空气湿度由2%增为4%引起的气孔阻力的相对误差为10%;2. 叶片与叶室的温度差为1.25℃所引起的气孔阻力的相对误差为25%;3. 在所有被考虑的因素中,干空气湿度和叶片温度对气孔阻力的误差产生的贡献最大,而气孔阻力对叶室温度的变化则不很敏感;4. 考虑上述诸因素的误差传播,计算得到气孔阻力的准确度约为9%。

## 四川大头茶不同地理种群变异的研究<sup>①</sup>

柯文山 钟章成

(西南师大生命科学系,重庆 630715)

地理变异的研究对探究物种形成和生物进化具有极其重要作用,而种的形态学差异的研究为研究种的进化提供极为有用的资料。近些年来,不同地理种群变异的研究受到国外学者的广泛关注和重视(如 Antonovics et al. 1971; Gould and Johnston 1972; Silander and Antonovics 1979; Antlfinger 1981; Shaver et al. 1986; Lotz 1990; Ken Oyama 1993 等),而国内在这方面的研究还刚刚起步。不同地理环境下的种群变异是对环境压力的反应,在环境压力的选择下,最终导致不同生态型差异的产生。四川大头茶(*Gordonia acuminata* Chang)为亚热带常绿阔叶树种,本文通过对广西、云南、四川等地六个不同地理种群叶形态解剖特征、果实和种子特征及种源试验的种子萌发、幼苗形态、物候等特征综合分析,结果表明:

1. 方差分析表明6个不同地理种群间绝大多数特征(叶片长宽、叶片角质层厚、叶厚、栅栏组织厚、表皮细胞密度、栅栏组织密度、果实长宽、种子长宽、千粒重、各期萌发率),总体差异极显著( $P < 0.01$ ),存在明显地理种群变异。变异类型主要为非连续变异,且以区域性为特征。

2. 各特征与地理—气候因子相关分析可知各特征与环境因子间关系的复杂性,不同环境因子对不同特征影响不同。如影响叶片宽度的气候因素主要是温度,地理因素主要是海拔高度;影响叶片厚和栅栏组织厚度的主要因子是光照条件和纬度;影响果实和种子特征的主要气候因子是光温条件,地理因子为海拔高度。

3. 应用多元分析:聚类分析(CA)、主分量分析(PCA)、对应分析(COA)将不同地理种群归为三类气候生态类型:云南高原气候类型(云南文山)、广西山地气候类型(包括广西贺县、阳朔、雁山)、四川盆地气候类型(包括四川缙云山、兴文),并通过组对间判别分析(SDA)验证其归类正确性。

4. 三类气候生态类型在叶特征、果实和种子特征、种子萌发特征及幼苗特征等方面存在差异。这些差异与各地区地理气候因素相关,是对各自环境的适应。云南类型以果实种子

<sup>①</sup> 本研究系国家自然科学基金重点资助项目,资助号:39330050



大、叶片窄小、栅栏组织厚而密、物候(如开花果熟)较迟、种子萌发速度较慢为特点,适应该地少雨强光、四季温差不大,夏季温度不高、冬干夏雨的气候特点;广西类型以果实种子较大、叶片宽大、栅栏组织较厚、物候迟、种子萌发速度慢为特点,适应该地多雨,尤以春夏多暴雨、日照较强,冬无霜冻的气候特点;四川类型以果实种子较小、叶片较宽大、物候早、种子萌发速度快为特点,适应该地区秋冬绵雨、夏季炎热易干旱的气候特点。

## 种群生态数学建模优化标准的探讨与时序建模方法的研究

张庆国

(安徽农业大学,合肥 230036)

数学模型是生态学研究的重要工具。尤其在种群生态研究中,建立数学模型对描述种群数量动态、种间关系、预测预报均具有重要意义。种群生态学中一些经典的数学模型对描述种群数量动态和种间关系均具有很好的效果。建立数学模型的一般步骤是提出假设,根据生物学意义建立模型;利用实测数据拟合优化参数,优化模型。而评价模型拟合程度的优化标准通常是残差平方和、均方误差、或决定系数等。

然而,以残差平方和  $Q = \sum_{i=1}^n e_i^2$  作为标准(均方误差,决定系数实质是一样的)检验回归模型的优劣。只能保证误差  $e_i, i=1, 2, \dots, n$  最小,并不能保证随机误差序列  $e_i, i=1, 2, \dots, n$  满足 Gauss—Markov 假定:

$$\text{cov}(e_i, e_j) = \begin{cases} \sigma^2, & i=j \\ 0 & i \neq j. \end{cases}$$

即  $\{e_i\}$  有可能是个相依的随机序列。一些回归理论,如假设检验、参数检验等不能应用。这时仍需对残差序列  $\{e_i\}$  作白噪声检验,对模型进行回归诊断。

种群数量动态看作时间序列一般是非平稳的。作者提出用非平稳时序模型来描述种群数量动态。该方法是用准平稳序列:

$$Y_t = d(t) + X_t \quad (1)$$

作为实际序列  $Y_t$  的近似。其确定性成分  $d(t)$  为非平稳时间序列  $Y_t$  的均值函数:

$$d(t) = E(Y_t)$$

一般由主值函数项  $f(t)$  和周期项  $P(t)$  叠加而成,  $f(t)$  表示  $Y_t$  的长期变化趋势,  $P(t)$  表示影响  $Y_t$  的一些周期性变化因素。

$X_t$  为残差序列。对其进行白噪声检验,或用回归诊断中的 Durbin—Watson 残差相依性  $d$ -检验。若经检验残差序列为白噪声,则问题化为通常的一元回归。否则  $X_t$  一般为零均值的平稳序列。用混合时序模型——ARMA 模型(AutoRegressive Moving Average model)

$$X_t - \varphi_1 X_{t-1} - \varphi_2 X_{t-2} - \dots - \varphi_p X_{t-p} = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

来描述。估计出参数  $\hat{\varphi}_i, i=1, 2, \dots, p$  和  $\hat{\theta}_i, i=1, 2, \dots, q$ , 代入(1)式,得原动态数据  $Y_t$  的非平稳

时序动态叠合模型。

万昌秀等、王莽莽和李典谟、张庆国、王振中等曾用逻辑斯期谛曲线对 Gause 草履虫实验动态数据进行拟合。为与这些模型进行比较,作者仍用 Gause 草履虫实验动态数据建立时序动态模型。因 Gause 草履虫实验数据无周期项,其模型可设为

$$Y_t = f(t) + X_t \quad (2)$$

趋势项  $f(t)$  可用 Logistic 曲线表示:

$$f(t) = K / (1 + \exp(\hat{a} - \hat{r}t)) \quad (3)$$

经检验残差列  $X_t$  非白噪声序列。用一阶自回归模型 AR(1) 模拟:

$$X_t = \hat{\phi}_1 X_{t-1} + a_t \quad (4)$$

将(3)、(4)代入(2)式得:

$$Y_t = K / (1 + \exp(\hat{a} - \hat{r}t)) + \hat{\phi}_1 X_{t-1} + a_t \quad (5)$$

由于

$$X_t = Y_t - f(t)$$

所以

$$X_{t-1} = Y_{t-1} - f(t-1) \quad (6)$$

将(6)代入(5),合并得:

$$Y_t = \hat{K} / (1 + \exp(\hat{a} - \hat{r}t)) - \hat{K}\hat{\phi}_1 / (1 + \exp(\hat{a} - \hat{r}t)) + \hat{\phi}_1 Y_{t-1} + a_t$$

将参数  $\hat{K}$ 、 $\hat{a}$ 、 $\hat{r}$ 、 $\hat{\phi}_1$  代入得草履虫实验种群时序动态模型:

$$(I) \hat{Y}_t = 448 / (1 + \exp(3.8171 - 0.8048t)) + 47.49 / (1 + \exp(3.8171 - 0.8048(t-1))) - 0.106\hat{Y}_{t-1}$$

$$(II) \hat{Y}_t = 244 / (1 + \exp(4.2512 - 1.2378t)) + 9.76 / (1 + \exp(4.2512 - 1.2378(t-1))) - 0.04\hat{Y}_{t-1}$$

$$(III) \hat{Y}_t = 131 / (1 + \exp(3.713 - 1.0597t)) - 7.467 / (1 + \exp(3.713 - 1.0597(t-1))) - 0.057\hat{Y}_{t-1}$$

$$(IV) \hat{Y}_t = 60 / (1 + \exp(2.819 - 0.821t)) + 8.52 / (1 + \exp(2.819 - 0.821(t-1))) - 0.142\hat{Y}_{t-1}$$

其残差列  $\{a_t\}$  通过白噪声检验,残差平方和最小,拟合结果优于其它模型。

## 羊草的分形生长过程及模拟

马克明

(东北林业大学森林植物生态学开放研究室,哈尔滨 150040)

一般地,设  $M$  为一测度指标(如质量、重量、生物量等), $L$  为度量所采用的尺度指标(如长度、面积、体积等), $D$  为一指数, $C$  为比例系数(常量)。如果存在如下关系:

$$M = CL^D \quad (1)$$



则称  $D$  为分形维数,它一般为分数,亦可能取整数。

将(1)式进行对数变换得:

$$\ln M = \ln C + D \ln L \quad (2)$$

可见,求分形维数的方法是在双对数坐标下对  $M$  和  $L$  的一系列值进行线性回归,所得拟合直线的斜率即为分形维数值。

地上部生物量是度量植物生长的有效指标,本文借助它与株高的关系来对羊草的生长过程进行描述。本项研究于 1993 年在吉林省长岭县进行。从 5—9 月各月的数据库中分别随机选取 50 株羊草的地上部生物量与株高的数据,应用以上方法求算各月的羊草种群地上部生物量与株高静态关系的  $D$  值。拟合直线的相关系数分别为 0.981, 0.988, 0.991, 0.977 和 0.978, 显著水平均在 0.001。对应的分形维数分别为 1.776, 2.035, 2.285, 1.742 和 1.360, 均存在很好的线性关系。根据分形几何学的原理,这一结果意味着物体小尺度结构的放大与整体相似。它表明羊草种群在某一瞬时,较小株高的生物量积累与较大株高的生物量积累具有相似的规律。即不同株高植株的物质积累在各器官中的分布具有相同的规律。从而,在统计意义上较大株高的羊草可以看作是较小株高羊草的放大形式。

再分别从各月的数据库中各随机选取 10 株羊草的地上部生物量与株高的数据进行的计算。相关系数为 0.976, 显著水平 0.001, 也存在很好的线性关系,  $D$  值为 1.963。羊草的生物量增长过程具有自相似性,说明较大株高是较小株高经过生物量积累的放大形式得到的。

综上所述,静态分形关系反映出在统计意义上同一时刻不同株高的个体生物量积累在各个器官中的分布具有相同的规律;而动态分形关系反映出统计意义上同一个体在不同株高阶段生物量的增长规律,这实际上是用空间参量(株高)代替时间参量对羊草种群生长过程的描述。羊草种群的生物量积累量(静态)及增长规律(动态)都具有自相似性,可见羊草生长是一个分形生长过程。

对于羊草的生长可以建立分形生长模型。羊草在最初生长状态时,高度较小,生物量积累较少。可以看作是分形生长的生成元(Unit)——状态 1;之后遵从分形维数的规律(可以看作是分形生长的控制器(Generator)),经过茎的伸长生长和展叶生长(状态 2, 3, 4...)(可以看作是分形体的局部放大过程),直至完全成熟。成熟的植株是初生个体(幼苗)经过“生长放大”过程,最终得到的。

## 茄子在朱砂叶螨胁迫下的应激反应及模式初探

钱 吉 王海波 吴千红 郑师章

(复旦大学生命科学学院, 上海 200433)

通过对茄子(*Solanum melongena*)和朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)构成的大田生态系统的实验研究,初步探讨了朱砂叶螨刺吸对茄子苯丙氨酸解氨酶(PAL)、葡萄糖 6-磷酸脱氢酶(G6PD)、细胞壁富含羟脯氨酸糖蛋白(HRGP)及谷氨酸脱氢酶(GDH)等应激

现象的诱导作用及应激反应的基本模式。整个实验包括对接种朱砂叶螨的茄株不同部位叶片(分为上、中、下)做了时间动态上的测定,取样时间从6月22日到8月15日每周一次;另外,还进行了机械损伤试验,并进一步通过模拟朱砂叶螨刺吸作用的剪叶及跟踪植株叶绿素含量的动态探讨了茄子的补偿生理机制。

朱砂叶螨自然种群的数量消长是其天敌、各气象因子、本身密度、及植物营养和抗性等因素综合作用的结果,其中植物的抗性因子不可忽视。实验结果显示,朱砂叶螨种群数量与茄子的次生代谢关键酶的活力变动,以及次生代谢产物的积累有一定的相关性。

茄子植株在朱砂叶螨取食的刺激下,苯丙烷类代谢途径关键酶(PAL)和植物初生代谢具代表性的酶(G6PD)的活性以及细胞壁 HRGP 的积累都有一个明显的升高,且增加程度与朱砂叶螨种群胁迫强度(种群消长)相关。但是茄子对于朱砂叶螨取食所诱导的各酶的敏感性在植株各部位中是不同的。在植株上部,各酶活力有很大的增加,且峰值出现较早,反应敏感,而在中下部则逐渐次之。这可能与朱砂叶螨主要分布在茄子的上中部和第一、二分枝上,以及与茄子的危害识别机制有关。这里,害虫胁迫能引起植物细胞壁 HRGP 的大量积累在国内外尚未见任何报道。而植物合成代谢关键酶 GDH 的活性变化也使我们进一步认识到多方面的应激反应综合构成了植物自我调节的整体防御过程。

在叶螨组和对照组上进行的剪叶机械损伤试验表明,两者对外界附加的刺激反应有明显不同,其中叶螨组的 G6PD、PAL 等酶活性与对照组相比,各酶活性都上升较快,幅度较大,维持时间较长。这是朱砂叶螨刺吸产生的诱导免疫的结果。但这种诱导作用不具有加和性。另外也表明了对 PAL 等酶活性诱导是非专化性的。

此外,我们还发现处理组的叶绿素含量也始终高于对照组,而这正是补偿效应的生理基础之一,从而进一步表明了在一一定的损伤胁迫强度内,植物确实存在补偿作用:即不仅不表现出虫害,反而生长更旺盛,产量也有增加。

从上述实验结果我们可以认为茄子对朱砂叶螨刺吸胁迫的防御,与植物在蚜虫、真菌等因子胁迫下的反应相似,是主次生代谢相互协调全面综合的整体性应激反应,即植物对于不同类型的胁迫因子具有认同特征性,各应激反应具有趋同性;且植物的应激功能是建立在植物自主调控、动态变化的代谢过程上的,植物的基本代谢和次生代谢本身就是交替开放和波动的,使植物始终处于一种警戒状态。因此,应激反应实际上是植物感知外界变化后所作出的对整个动态的调节——这就是植物应激反应的基本模式。

## 温室白粉虱动态转移模型

蒋南青 徐汝梅

(北京师范大学生物系,北京 100875)

粉虱的时空动态研究可揭示粉虱扩散和种群动态的机制。利用动态转移模型来分析粉虱种群还是首次。



数据来自北京四季青的温室,对一大温室进行隔离,定名为CK20,选取20株,5行4列,于1980.1.25—1980.3.25期间逐株进行调查。初始种群的组成为卵。

粉虱的卵营固着生活,若虫只有一令可在叶片内作小距离的运动,其它令期也是固着生活,成虫可以扩散,粉虱的运动分水平(株间)、垂直(株内)两个方向。本文分别利用Markov模型、Rook模型以及不同方向上研究粉虱的状态转移概率,用以探讨粉虱的状态是否与自身状态相关,以及同周围邻点的关系,和方向上是否有差别,为今后建立粉虱的时空模型打下基础。

1. 利用Markov模型,设粉虱的卵、若虫、成虫各自有两个状态0,1,若植株有虫则为1,反之为0。每一坐标 $(x, y)$ 的 $(t+1)$ 时刻的状态只与 $t$ 时刻状态有关。进行各分室的空间转移概率计算,分别用 $p_{00}(0 \rightarrow 1)$ ,  $p_{01}(0 \rightarrow 1)$ ,  $p_{10}(1 \rightarrow 0)$ ,  $p_{11}(1 \rightarrow 1)$ 表示。

可以看出卵和若虫基本上保持有或无的状态,卵 $p_{00}$ 、 $p_{11}$ 分别为0.4, 0.375。 $p_{10}$ 与 $p_{01}$ 的值基本相同。成虫 $p_{00}$ 为0.54,成虫的 $p_{00}$ 值较大些,是由于初始种群的纺锤龄结构组成造成的。 $p_{01}$ 与 $p_{10}$ 相同, $p_{11}$ 为0.2。

2. 为分析粉虱与周围邻点的关系,使用Rook方法对其进行分析。

对于卵,转移概率同邻界点的关系表现为:随着邻点有虫的个数的增加, $p_{11}$ 的值从0.03上升到0.75, $p_{00}$ 则从0.8下降到0,而卵的主要状态还是由 $p_{00}$ 、 $p_{11}$ 决定的。 $p_{10}$ 、 $p_{01}$ 也随周围有虫株的株数变化,但变化范围不大。若虫情况同卵类似。

成虫则变化较大, $p_{11}$ 在周围有成虫的植株数为2个时最高值,达到0.47。 $p_{00}$ 也呈下降趋势,但从0至1幅度最大。即只要周围有虫,坐标 $(x, y)$ 上 $p_{00}$ 的概率就会变小。另一个变化大的是 $p_{10}$ ,在周围个数为1到2个时变化不大。但若周围个数增加, $p_{10}$ 直线上升达到0.8,即成虫飞走的越多。 $p_{01}$ 与卵和若虫类似,但幅度E值高。

以上两个模型,说明粉虱卵和若虫阶段的空间分布基本维持原状态(00, 11状态),但受周围邻点的影响很大。而成虫由于扩散,受邻点个数影响而变化较大,当个数为2时,成虫停留的概率最大,随后个数增加,成虫开始飞走。

3. 在方向研究中,我们选定四个方向:东—西(E—W),南—北(N—S),西北—东南(NW—SE),西南—东北(SW—NE)。数据仍为CK20。

卵在N—S、E—W方向上概率分布相似,NW—SE、SW—NE方向上基本一致。学N—S,尤其E—W方向, $p_{10}$ 随周围有虫植株个数的增加呈上升趋势,说明卵在这两个方向上的孵化率较受周围个数影响,而在其它两斜方向上则不受影响。

若虫与卵情况相似。在N—S、E—W上若虫在周围有若虫多时,更易羽化,而卵到若虫的转化概率则不受影响。而45°方向上,若虫越多,卵的转化率越高,而若虫1的羽化不太受影响。

成虫在四个方向上均不同。在E—W方向上成虫易受周围影响飞走,而易向斜方向,尤以NE—SW方向上有虫株上迁入。

# 景观多样性分析和测度指标

傅伯杰 陈利顶

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

生物多样性是 90 年代生态学研究的三大热点之一, 是指生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和, 包括基因多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性。

景观多样性是指景观中斑块或生态系统在结构、功能以及随时间变化方面的多样性, 它反映了景观的复杂性。景观多样性包括景观类型多样性、格局多样性和斑块多样性。景观类型多样性是指景观中类型的丰富度和复杂度; 格局多样性是指景观类型空间分布的多样性及各类型之间的空间关系; 斑块多样性是指景观中斑块数目及形状等的多样性。它们的测度指标是:

## 1. 景观类型多样性的测定

类型多样性的测定多考虑不同景观类型(如农田、草地、森林等)在景观中所占面积的比例和类型的多少, 常用多样性指数、优势度和相对丰富度指数来测定。

1.1 多样性指数: 表示景观中类型的多样性。根据信息论原理, 参考 Shannon—Weaver 指数, 景观多样性指数为:

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \times \log(P_i)$$

式中  $H$  为多样性指数,  $P_i$  是景观类型  $i$  所占面积的比例,  $m$  为景观类型的数目。  $H$  值越大, 表示景观多样性越大。

1.2 优势度(Dominance): 用于测度景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度, 表达式是:

$$D_0 = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i) \times \log(P_i)$$

式中  $H_{\max}$  表示最大多样性指数,  $H_{\max} = \log(m)$ 。

1.3 相对丰富度: 表示景观中景观类型的丰富程度, 由下式表示:

$$R = (M/M_{\max}) \times 100\%$$

式中  $R$  为相对丰富度,  $M$  表示景观中现有的景观类型,  $M_{\max}$  表示最大可能的景观类型。  $R$  值愈大, 相对丰富度愈大。

## 2. 景观格局多样性的测定

格局多样性的测定多考虑景观中不同景观类型的空间分布和相邻景观类型间聚集与分散程度, 常用的指数是聚集度和修改的分维数。

2.1 聚集度(Contagion): 表示景观中不同景观类型的团聚程度。聚集度是由美国景观



生态学家 O'Neill 等人于 1988 年首先提出来的,并应用于景观生态学中。后经李哈滨加以修正,计算公式如下:

$$RC = 1 - C/C_{\max}$$

式中 RC 是相对聚集度(%),C 为复杂性指数, $C_{\max}$  是 C 的最大可能值,它们的计算式为:

$$C = - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_{ij} \times \log(P_{ij})$$
$$C_{\max} = 2m/\log(m)$$

式中  $P_{ij}$  是景观类型 i 与景观类型 j 相邻的概率,m 是景观中景观类型的总数。RC 取值大表示景观由少数团聚的大斑块组成,RC 取值小则代表景观是由许多小斑块组成,景观的聚集度较小。

2.2 修改的分维数(Modified Fractal Dimension):分维数常用来测定斑块形状的复杂程度,表达式为: $D = 2 \log(P/4)/\log(A)$ 。Olsen 等人用修改的分维数测定景观多样性,表达式如下:

$$D_m = 2 \log(P_m/4)/\log(A)$$

$$D_m = P + [2(A-1) \times n/(m-1)]$$

式中 D 为分维数, $D_m$  为修改的分维数,P 为斑块的周长,A 为斑块的面积,m 是景观中景观类型的总数,n 为与该斑块相邻的景观类型的数目。 $D_m$  值越高,表示景观多样性越大。这一指数结合了斑块的形状、面积、丰富度和均匀度,更适合于较小尺度景观的多样性测定。

### 3. 斑块多样性的测定

多考虑景观中斑块的总数,单位面积上斑块的数目。常用的指数是景观破碎度,表达式为:

$$F = [(m-1)/E] \times 100\%$$

式中 F 为景观破碎度,m 是被测景观中斑块的总数目,E 为被测景观中可能出现的最多斑块数。F 值越大,景观破碎化程度越大。

景观多样性研究揭示了斑块或生态系统的空间格局,它们之间的相互作用和生态过程,探讨景观要素和生境的变化过程,展示生物栖息地的类型、功能和分布。它对于研究景观内物种的分布和多样性及景观规划与管理有重要意义。

## 进化稳定对策(ESS)理论研究进展

刘季科 苏建平 张堰铭

(中国科学院西北高原生物研究所,西宁 810001)

对策论是数学领域的分支学科,它主要分析两个以上竞争者冲突时采用的对策。自 Von Neuman 和 Morgenstern(1944)首次将它应用于人类战争分析以来,对策论已被广泛地应用

于各种复杂的决策分析中。进化对策论则是运用对策论的原理和方法研究生物表型特征或表型行为的进化进程,核心概念是进化稳定对策(evolutionarily stable strategy, ESS),它是现代生态学和行为学最重要的理论之一,它几乎适用一切有利益冲突的决策分析中,因此,一直受到生态学家们的重视,发展甚为迅速。ESS 理论被认为是自 Darwin 以来进化论最重要的发展之一,它将使生态学发生彻底的变革(Darwins, 1980)。

ESS 对策是当种群中大多数个体采用它时,则不存在另一对策使个体具有更高的繁殖适合度,因此,可有效地防止背叛种群利益的行为在群体中蔓延和扩散,故在进化上是稳定的(Maynard Smith and Price, 1973)。迄今为止,ESS 理论不仅被广泛地用于研究诸如动物的仪式化争斗(Maynard Smith and Price, 1973; Sjerps and Haccou, 1994),资源领域和求偶场冲突(Maynard Smith, 1976; 1982; Westerton—Gibbons, 1992; Wickman and Wichlund, 1993),竞争与合作行为(Lazaras and Metcalfe, 1990; Dugatkin and Alfieri, 1991),生活史对策(Charnov and Berrigan, 1991)以及利他行为(Dugatkin et al., 1994)等种内进化问题,而且还被用于探讨种间的协同进化(Abrams et al., 1993)与由多物种组成的生物群落、生态系统等高层社会组织的进化过程。

然而,满足 Maynard Smith 有关 ESS 定义的表型行为或表型特征,在进化上并不一定是稳定的(Charlesworth, 1990; Hasting and Hom, 1990; Lessard, 1990; Christianseu, 1991; Abrams et al., 1993),因为在 Maynard Smith 的定义中,只考虑进化平衡条件,而忽视了进化平衡的动态稳定性和遗传保持机制(Abrams et al., 1993)。在频率依赖条件下,应考虑动态稳定时种群在平衡点可拥有不稳定的最大适合度或稳定的最小适合度(Abrams et al., 1993)。Taylor(1989)和 Christiansen(1991)将进化平衡的动态稳定之 ESS 标准称为  $m$ -稳定性( $m$ -stability),而把 Maynard Smith 的适合度最大化 ESS 标准叫做  $\delta$ -稳定性( $\delta$ -stability)。近来, Abrams 等(1993)建议,在重新定义 ESS 时,应同时考虑动态稳定性。上述观点超前于 ESS 的实验研究,甚至是对 ESS 理论的挑战。

对 ESS 理论研究存在的问题是未能全面考虑影响冲突者对策选择的各种生态因子;理论分析偏多,而实验检验较少;在真实的动物中,个体每次冲突的经历都将影响到其后在冲突中的对策选择,而现有的 ESS 分析尚未考虑这种相关性。此外,在小哺乳动物中,尚无此类研究。

我国对 ESS 理论的研究处于起步阶段,尽管有一些介绍(李金明, 1988; 周波, 1988; 1990; 尚玉昌, 1990; 1991),而真正的研究工作仅限于对根田鼠(*Microtus oeconomus*)斗殴攻击行为的 ESS 模拟和分析(聂海燕和刘季科, 1991),以及 ESS 理论与种群遗传多态性保持机制的研究(陶毅, 1992)。纵观 ESS 理论研究的现状及发展趋势,我国在该领域与国外相比,尚有很大差距。按照中国生态学发展战略(马世骏, 1991)的规划,急需加强对 ESS 理论的研究,以赶超世界先进水平。



# 生态信息系统(EIS)的结构、功能 及其在生态学研究中的应用

刘春迎 杨冀安

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

在众多的地理信息系统(GIS)软件中,生态信息系统(EIS)以它强有力的空间分析功能,丰富多彩的图形编辑,可自编程建模分析的特殊性、系统很好的开放性以及面向生态学研究的目标,使其独具特色。本文主要介绍 EIS 的结构、功能及 EIS 与其它地理信息系统(GIS)软件相比较的特殊性,并对 EIS 在生态学研究中的几个主要和典型的应用方面做一介绍。EIS 是基于三维数据库结构模型组织与管理的地理信息系统。EIS 主要由信息系统、分析系统和表达系统三部分组成。EIS 的特点是它的开放性,表现在:信息库来源的开放性,分析方法的开放性,用户的参与性。EIS 在生态学研究中的几个主要应用方面为:建模分析,信息查询,散点资料分析,剖面分析,多维分析,动态分析,多元分析,绘制各种统计图等。最后,应用 EIS 模拟气温增加 2.5℃,年降水增加 10%和 20%情况下的响应情况,结果显示:全球变化后,青藏高原东南部的森林将向西北方向推移,草原生命地带将缩减,温性荒漠增加,沙漠化加剧。

## 植物种群的防御分配及其适应对策

钟章成

(西南师范大学,重庆 630715)

每一种生物在其生活周期中都需要一定数量的适合的资源,这些资源是以能量和营养物质的方式存在。R. Levins 和 R. H. macArthur 提出的“资源分配原则”就是指自然选择使每种生物中的资源分配达到最佳程度。但是,一个具有较大被捕食危险的植物比无这种威胁的植物在防御机制方面需要分配更多的资源,这样的分配只能以减少其他生命活动的资源分配为代价,这种防御方式可分为物理的和化学的两种。

最优防御理论是由 Mckey(1974)提出,后来由 Rhoads(1979)发展,主要有三个部分:1. 防御是有代价的,用于防御的资源不能同时分配给其它的功能;2. 一定量的植物组织损失的适合量决定于植物的性质;3. 植物的某器官或组织更容易被侵袭。由于这三条原则,防御应该优先分配给那些被侵袭可能性较高更为重要的器官。

防御的代价分直接代价和间接代价。防御的直接代价等同于供给植物生产和保持防御的资源,测量这些代价是非常困难的,但可以用确定与抗性相联系的化合物或结构的直接代价的一种方法来估计它们的生物合成代价。涉及植物适合度或没有食草动物时的植物生长的防御投资的有关数据是容易获得的,因此与防御相联系的间接代价是也容易被计算。

对于植物的某一器官的防御的最适分配能反应对植物侵袭可能性和价值的全部模式。侵袭可能性是一种植物器官被取食和侵害的概率。植物某一器官(叶、根、茎、花、果)的价值,通常与这一器官损失的适宜度价值的直接或间接功能有关。在植物中,所有器官对适合度均有贡献,确定植物器官的适合度价值的最常用的方法是去除某一器官然后观察对适合度的效应。但应指出,不同性器官对其防御是不同的,雄株似乎比雌株更易被侵袭。在营养物质丰富的生长地区,植物转为一种投资最大生长的强烈机制,这样植物就有更多的资源投入防御,因此生长较快的植物防御的间接作用更大。

此外,我们还应看到植食动物和植物的平行进化。植食动物的压力可以造成植物种群的多态现象或者在种群间化学防御的不同部署。植物以降低生长速率和压缩种子的生产,把更多的能量转移到一种有效的化学防御中去,这是一种防御适应对策。但是,植物种群的多态现象也引起动物种群的多态现象例如,当斑蝶所有种的幼虫吃食含强心苷和吡咯双烷生物碱的原始植物时,在进化过程中,斑蝶就变得依靠吡咯双烷生物碱了。后来这些植物的进化又打破了昆虫取食现状。这些植物至少产生了两个新族,一个只产生强心苷,另一个只产生吡咯双生物碱。随着这个变化,斑蝶也变得多样化了,雄蝶去吃含生物碱的植物,雄蝶仍象以前一样在含强心苷植物上产卵,这就是动物种群对植物防御机制的一种适应对策。

植物防御理论虽取得了一些进展,但显然处于发展的初期,工作难度很大,因此,还有待于人们去研究。

## 地统计学及其在资源与生态环境中的应用

董元华

(中国科学院南京土壤研究所,南京 210008)

60 年中期,法国科学家马特隆(G. Matheron,1965)在克立格(D. G. Krige)1951 年提出的矿产品位及储量估计方法的基础上,建立了区域变量理论,成为地统计学的鼻祖。随后克立格在南非采矿研究中发展了这种理论,并建立了基于该理论的估计系统,即克立格估计法(Kriging System),从而形成了一套完整的适于地学特点的统计方法,可用于对既有随机性又有一定结构性的各种变量进行空间分布规律研究。

地统计学最大的特点是将地学上的某一属性看作为空间上相关的变量,即在空间上两点相距越近,其相似性越大。这种假设同地学上的实际情况较吻合。地学变量的空间相关性可用半方差函数来描述。半方差函数特征参数是构成克立格估计系统的基础。在克立格估计系统中,将误差或残差项亦作为一与空间地理位置相关的随机函数,这是地统计学估计法



同其他统计学或地学方法(如趋势面分析)最大的和本质上的区别,因而令地统计学方法一问世便受到极大的注意,而且发展迅速。

近十几年来,地统计学技术迅猛发展,仅克立格估计系统目前便不下几十种。从研究对象来看,可分为一维、二维和三维克立格估计系统;从利用数据方式来说,可划为点克立格和块段克立格估计系统;从函数的性质来分,可划为线性和非线性克立格估计系统。有的系统仅使用一个变量,而有的系统则使用两个或两个以上的变量,后者称之为协同克立格估计法。对于离散性的非连续性变量,如类型变量,可应用指标克立格估计系统。总之,不同的克立格估计系统各有其特点,适于不同的研究对象。特别是非线性类中的析取克立格法(Disjunctive Kriging),分析出某一变量超过一定阈值时的概率,在资源与环境质量定量评价中有独到之处。

地统计学技术可用来优化野外采样点的设计、无偏估计某一变量在空间上任一点的值、定量确定某一变量在空间上的分类或分级图斑界限等。近来的发展趋势表明,克立格系统将越来越多地用于不确定性分析和条件随机模拟,以定量分析地学变量的规律。

地统计学技术最先发展和应用于采矿方面,但很快便应用到其他地学领域,如地下水资源、土地资源、气候资源、生物资源等研究领域,而且远比在采矿上应用广泛和发展迅速。例如1992年的国际地统计学大会,大部分论文来自土壤学或与之相关的领域。土壤研究中的应用主要是土壤理化性质的空间变异及土壤肥力等土壤质量的定量评价。近年来随着环境问题的日益严重,地统计技术亦迅速应用于环境质量的定量评价方面,如硝酸盐对地下水的污染、农药的污染、重金属的污染等。

虽然地统计学方法同传统统计学方法相比,有其独到的优点,但也有其局限性。为了分析地学变量的空间结构,所要求的样点数目较多,这样便带来耗时和耗费的问题,阴碍了地统计学的应用。此外,对于区域性的大尺度来说,应用地统计技术尚有不少问题。不过,随着地统计学本身理论和技术的发展,以及其他相关领域技术的发展,预计地统计学技术在资源、生态与环境方面有着广泛的应用前景。

## 植物生态适宜性评价模型的设计与应用

张晓玲 徐保根 樊兰瑛

(山西省农科院综考所,太原 030006)

### 1. 生态学理论依据

植物生态适宜性评价模型是从生态适宜性理论的观点出发来设计的。根据植物生态适宜性理论,植物的生态适宜性既与一定地区的自然条件有关,又与具体植物需要的最佳生态适宜性条件有关,进行生态适宜性评价,要同时考虑区域的客观自然条件状况和不同植物所要求的最佳生态条件状况。

### 2. 模型设计原理与步骤

2.1 设计原理:根据“最大概率乘积定理”的原理,在相互独立事件的概率( $P_i$ )之和( $\sum P_i$ )为常数的条件下,当  $P_1=P_2=\dots=P_n$  时,  $P_i$  之积  $\prod_{i=1}^n P_i$  值最大;  $P_1, P_2, \dots, P_n$  之间的差异越大,  $\prod_{i=1}^n P_i$  值则越小,且每一个  $P_i$  对值  $\prod_{i=1}^n P_i$  均有同等重要的影响。将这一原理运用在农业区域的植物生态适宜度评价上,有很大的价值。

## 2.2 设计方法

通过植物生态差异度、差异度概率和综合适宜度的分析,求出生态适宜度,具体步骤如下:

(1)差异度( $D$ ):将某种植物对环境生态因子要求的理想值( $L$ )与当地的实际值( $S$ )相比,求出植物对某因子的差异度。

$$D = \left| \frac{L-S}{L} \right|$$

(2)差异度概率( $P$ ):用植物对某因子的差异度( $D_i$ )在所选各作物中诸因子的相对差异度之和( $\sum D$ )中所占的比重来表示,它反映了某植物在农业区域植物群体中差异度的状况。

$$P_i = \frac{D_i}{\sum_{k=1}^J D_k}$$

$$\sum_{k=1}^J D_k = \sum D_1 + \sum D_2 + \dots + \sum D_J$$

( $i$  ——表示某生态因子,  $K$  ——表示某种植物,  $J$  ——表示植物种类)

(3)综合适宜度( $F$ ):将植物与某因子的关系看作一整体,则植物对某因子的适宜度概率为:  $1-P_i$ , 其综合适宜度为:

$$F_k = \prod_{i=1}^n (1-P_i)$$

( $F_k$  ——表示某种植物的综合适宜度,  $n$  ——表示生态因子的个数)。

## 3. 河沟流域沟川农业区域植物生态适宜性评价。

### 3.1 评价指标的确定

选择山西省隰县河沟流域某试验区作为研究对象。根据区域的实际情况,重点对冬小麦、玉米、高粱、花生、大豆、油菜等作物和苹果、梨、核桃、杏等果树品种进行适宜性评价。结合植物生长发育特点,选择生长期、生长期平均气温、特殊期温度(指作物某生理时期所要求的温度)、 $\geq 10^\circ\text{C}$  积温、需水量、土壤酸碱度和年日照时数、年极端最低气温等作为评价指标。

### 3.2 结果分析

通过计算分析,农作物生态综合适宜度由大到小的顺序依次是:大豆、花生、玉米、高粱、冬小麦、油菜,其中前四种作物之间的综合适宜度差异较小,可根据市场需求,灵活选择;冬小麦与油菜的综合适宜度较小,且与前四种作物的差异较大,不宜选择。果树综合适宜度由大到小的顺序依次是梨、苹果、杏、核桃,但其综合适宜度均较大,且它们之间的差异较小,在实际中可根据市场需求灵活选择。



## 河口和狭长海湾的垂直二维营养盐模拟

董礼先 张 经\* 许卫忆\*

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310000)

河口和沿岸水域直接承受着陆源入海污染物质特别是营养物质的压力,常引起水质富营养化和生态环境退化。而河口和海湾中的营养盐循环因水动力过程、生物与地球环化学的相互作用过程而复杂化。

为研究河口和狭长海湾的营养盐循环,本文构造了一个垂直二维营养盐循环数值模型。该模型的控制方程包括水体连续方程、动量守恒方程、盐度守恒方程和营养盐守恒方程,即同时模拟潮位、潮流、外海盐水入侵、沉积物输运及营养盐循环。在营养盐守恒方程中,包括生化反映项,从而使模型在模拟营养元素在水体中随潮流对流—扩散的同时,模拟水体中悬浮沉积物/无生命颗粒对营养盐的吸附和释放。模拟有生命的生物颗粒对营养盐的吸收及底床和水体中营养元素在界面上的交换。该模式不但改虑紊流引起的纵向紊流扩散,而且包括流动的剪切作用引起的纵向弥散作用。在垂向扩散上,模型使用 Prandtl 的混合长度理论和改进的 Munk—Anderson 公式同时考虑盐度和悬浮沉积物引起的水体层化对营养盐垂向混合的抑制作用。

模型在算法上是使用裂开算子法并在平流步骤中使用特征线法求解,在非平流步骤中使用垂向隐式差分格式和纵向显式差分格式从而即保证了计算的稳定性又节约了计算时间。

该模式在象山港的应用中成功地模拟了硝酸盐和磷酸盐的循环过程,模拟的潮位、潮流、盐度、悬浮沉积物浓度和营养元素浓度与观测值之间的差值不大于 10%。

模拟结果显示把河口和沿岸水域中的生物—地球化学作用引进数质模型中对模拟结果有较大的改进。模拟结果还显示象山港硝酸盐主要由湾外随水体混合进入湾内,并随表层向外、底层向里的余环流结构随水体在湾内循环。而磷酸盐则不同,在象山港中部有一排放源,由港中部同时向湾顶和湾口扩散。数值预测还显示有效地控制陆源磷酸盐的输入是防止象山港富营养化的主要途径。

\* 青岛海洋大学, 山东青岛鱼山路五号

# “人口—资源—环境”宏观系统 运行机理的探讨

张锁春 张慧生\* 张石峰\*

(中国科学院应用数学研究所, 北京 100080)

当今世界全人类都在关心人口、资源、环境的问题, 关心同一个地球的生存和发展。我们视将“人口—资源—环境”为一个宏观系统, 突出人口的“再生”, 资源的“控制”和环境的“转向”功能。建立起描述这种宏观系统的数学模型, 利用数学理论来分析, 探讨这种系统运行的机理, 为这种复杂巨系统的综合研究提供科学依据。

## 1. 数学模型的建立。

设  $X$  代表人口,  $Y$  代表资源,  $Z$  代表环境,  $A$  代表政策,  $B$  代表生活必需品,  $C$  代表生产品,  $D$  代表消耗品。现让我们来观察一个国家或地区的经济发展和社会活动情形: 若在这个地区有资源, 实施一个好的政策, 就会吸引大量的人口流入进行开发((1)  $Y + A \xrightarrow{k_1} X$ ); 有人有资源就能进行生产((2)  $X + Y \xrightarrow{k_2} C$ ); 有人有充分的生活必需品供应, 就可进行人类自身的繁殖, 同时对人的生存环境加以改造((3)  $X + B \xrightarrow{k_3} 2X + Z$ ); 人的生存活动必然产生大量的消耗品((4)  $2X \xrightarrow{k_4} D$ )。同时不可忽视自然灾害对环境的改变有极大的影响((5)  $Z \xrightarrow{k_5} fY$  在这里  $f$  是人为引进的可调整的因子, 反映人类抵御自然灾害的能力,  $K_1 \cdots K_5$  是表示可控制的过程进行的速率常数。那么, 人口的“再生”功能反映在(3), 资源的“控制”功能反映在(1)(2), 环境的“转向”功能反映在(5)中。

按照诺贝尔奖金获得者普利高津的耗散结构理论观点, 在这样一个开放的系统中, 在政策相对稳定和生活品充分保证供应的条件下, 可以对人口  $[x]$ 、资源  $[y]$ 、环境  $[z]$  等组成成份随时间的变化建立起应满足的微分方程。

$$\begin{cases} \dot{x} = k_1[A][y] - k_2[x][y] + k_3[B][x] - 2k_4[x]^2, \\ \dot{y} = -k_1[A][y] - k_2[x][y] + fk_5[z], \\ \dot{z} = k_3[x][B] - k_5[z], \end{cases} \quad (1)$$

这里  $[x] = d[x]/dt$ , 对上述方程(1)中的变量和参数作无量纲化的变换, 可以得到:

$$\begin{cases} \dot{x} = s(-xy + x - qx^2), \\ \dot{y} = (fz - y - xy)/s, \\ \dot{z} = w(x - y), \end{cases} \quad (2)$$

其中  $q, s, w, f$  都为正常数, 这就是我们建立的数学模型。

## 2. 两种运行机制。



利用微分方程的定性理论对(2)稍加分析,不难发现:只要适当调节  $k_1-k_5$  和  $f$  这些参数使之满足一定的条件,那么,整个系统就会向一个稳定的状态发展,即使迁到天灾人祸等因素的干扰,也都不会改变这种历史发展的总趋势。我们称之为“渐近稳定”运行机制。同样可调节参数使之满足另一种条件,就会出现不稳定现象,但并不可怕,只要进行适当的调整,就可呈现出周期现象,我们称之为“循环”运行机制。

在我国改革开放、经济高速发展的今天,就是要不断地调整这些参数,使之“人口—资源—环境”这个宏观系统进入良性循环状态。

## 广西森林与生态环境平衡

邓世宗

(广西农业大学林学院,南宁 530001)

森林是地表最强有力的生态系统,构成人类生存环境的重要因素。在广西区内两个气候带4个区域5个生态定位研究站,对10种林型进行为期10—11年的森林生态系统研究中,可以看到:

### 1. 森林缓和了生态气候的热能环境

年、月平均气温和年、月平均最高气温林内都比林外草坡低;年、月平均最低气温则相反,林内都比林外高;气温极值变幅林内比林外小;夏季高温时具有降温防暑效能;冬季低温时具有保温御寒作用;造成比较温和湿润的小生态气候环境,有利于生物多样性繁衍生存。在各种林型中常绿阔叶林最优。

### 2. 森林生态气候的水环境

由于森林的存在,水在地——气大循环中增加了生物环节,形成大气——土壤——生物之间的小循环,相当多的水量缩短了循环周期,增加了对水资源利用的有效性,给水资源带来了一系列的生态效益。

2.1 林冠截留降水量是有利于水土保持和防洪、减轻水灾的第一步。常绿阔叶林年截留率为11.7%,杉木林为15%,马尾松林为14.5%,灌草层为4.8%。

2.2 森林群落涵养水源,调节水量是御防和减轻干旱、洪涝的内在机制。在一次大暴雨过程中,各种林型四个水文层次所涵蓄的雨深:常绿阔叶林为136.6mm,杉木林为104.4mm,马尾松林59.9mm,其中有20.6—46.3%转化为地下水补给河流,御防了枯水季的干旱。所以1989年桂林地区大旱,粮食减产,桂林市出现水荒,唯有龙胜县不发生旱灾。

在广西1988年8月洪水期间,各种林型四个水文层次所消耗掉的雨深:常绿阔叶林为207.8mm,占该地区过程降雨量的33%,杉木林为202.4mm,占40.1%,马尾松林为95.6mm,占39.8%。

在广西1994年6—7月洪水期间,常绿阔叶林消耗的过程降雨量为207.8mm,占29.8%,杉木林为202.4mm,占29.0%,马尾松林为95.6mm,占13.7%,减轻了洪水灾害。

2.3. 森林地面径流的规律性是御防和减轻洪水的外在功能。森林地面径流量一般比林外草坡减少1—2.3倍,洪峰水位比林外削低1—2.2倍,洪峰流量比林外减少31—61.8%。林内外径流变率差的比是1:1.94—1:2.59,调节水量的应变能力林内比林外大1.9—2.6倍。洪峰段及其后部低谷流量林内比林外小,洪峰前的低谷流量,林内比林外大,林外洪峰过程陡急,林内平缓。林内洪峰出现时间比林外迟12—30分钟,径流过程结束时间林内比林外后延5—6小时。在常绿阔叶林区,在森林覆盖率为48.98%的龙胜县境内,1988年的洪水没有成灾。1994年的洪水灾害主要发生在矿山开挖过程中把森林砍光,又缺乏坚固的防护山体滑坡、崩塌的工程措施的区域。龙胜县的事实说明,森林覆盖率达到50%左右,各种林型涵养水源、调节水量的功能都达到指标要求就基本上能够御防干旱的洪涝,维持自然界的生态平衡,给社会带来巨大的经济效益。

#### 2.4 森林水量平衡及其潜在的水资源

在各种林型的水量平衡中,年盈余下渗土层水量、常绿阔叶林占年降水量的46.3%,杉木林占38%,马尾松林占20.2%,林内比林外多11.6—5.4%。中山区域常绿阔叶林的潜在水资源为 $7218.4\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}\text{a}^{-1}$ 。如果全区现有各种成熟林的总面积都达到涵养水源的指标,每年可产水量达141.3亿 $\text{m}^3$ ,比无林草坡多35.3亿 $\text{m}^3$ ,经济效益达15.2亿元,可灌溉水田28.3万 $\text{hm}^2$ ,占全区水田面积的17.1%。

#### 3. 沿海防护林带(网)与生态环境(略)

#### 4. 广西森林与环境建设的设想

(1)尽快恢复和发展森林植被,尤其要扩大常绿阔叶林的覆盖面积;(2)把中山区域作为涵养水源区域,以发展生态林业为主;(3)尽快落实珠江流域西江水系的防护林体系建设的具体实施;(4)按流域成立和扩大水源林保护区;(5)组织多部门多学科协作。做好各流域的综合开发治理工作。(6)切实有效实现石山地区的封山育林、逐步把全区的马尾松纯林改造为针阔叶混交林。(7)加强南宁、桂林等城市及漓江流域的绿化美化和森林公园的建设,加强沿海防护林带(网)的建设。(8)深入进行森林生态系统的科学研究;(9)成立环境与发展委员会;(10)改革林业经济结构和管理体制,把林业分为生态林业、商品林业、多效用林业三大板块。

## 生态学范式变迁综论

邬建国

(亚利桑那州立大学生命科学系,美国)

“自然均衡”(Balance of Nature)是生态学中一个由来已久的假设。其含义通常释为,未受干扰的生态学系统是有序和谐调的,而受干扰后亦可返回到干扰前的稳定平衡状态。在生态学中,描述传统平衡范式的平衡点和静态稳定性的概念可追溯到“自然均衡说”。传统的平衡观点常常是不足为取的。这不仅是因为平衡状态在自然界是稀有的,而且也因为我们在定



量表达稳定性时未能结合异质性和尺度复杂性。因此,基于平衡和稳定原理之上的理论和模型不足以应用于资源管理及自然与环境保护。

该文将总结我们对生态学系统理论研究的最新进展,涉及到平衡与非平衡、同质性与异质性、决定性与随机性,及单一尺度与等级关联(hierarchical linkages)等问题。缀块动态(patch dynamics)和等级理论(hierarchy theory)的结合,使尺度与空间异质性明确地联系在一起,从而导致了关于生态学系统时空动态的新观点。等级缀块动态范式(hierarchical patch dynamics paradigm)的主要元素包括缀块等级系统概念,系统动态与缀块变化观点,格局—过程—尺度观点,以及非平衡观点和包容(incorporation)与复合稳定性(metastability)原理。环境的随机性和生物反馈的相互作用均可引起不稳定性。减缓这些不稳定因素的稳定机制包括空间包容,环境干扰,生物学补偿机制,异质吸收和它们的综合。等级缀块动态范式的最重要贡献之一就在于它提供了一个将异质性与尺度相结合,并综合平衡态,多平衡态及非平衡态观点的新概念构架。

## 不同恢复措施下退化羊草草原恢复演替的研究

宝音陶格涛

(内蒙古大学自然资源研究所,呼和浩特 010021)

本文报导了不同人工措施轻耙、浅耕翻、围栏封育处理后,退化羊草草原(冷蒿+丛生小禾草+羊草群落)恢复演替过程中,群落特征和主要种群的变化规律以及群落演替阶段的划分。本实验于1983年6月在中科院草原生态定位站开始实施,并于每年7、8月同一时间采用样方法固定观测两次,20个重复,以此做为原始数据进行统计分析,12年的结果如下:

1. 多样性指数围封>轻耙>浅耕翻。围封处理群落多样性指数呈持续下降趋势。轻耙和浅耕翻处理群落多样性指数呈下降再回升的抛物线状。造成这一结果的原因主要与各物种所占比例即均匀度有关,而与丰富度关系不大,同时也说明以冷蒿为建群种的退化羊草草原仍处于“中度干扰”阶段。

2. 主要种群中羊草(*Aneurolepidium chinense*)属于恢复过程中的增长种群,且其增长速度浅耕翻>轻耙>围封,其中浅耕翻、轻耙两处理群落羊草种群6—8年即恢复到原生群落羊草种群的水平。冷蒿(*Artemisia frigida*)属于恢复过程中的消退种群,其消失速率浅耕翻>轻耙>围封群落。

3. 各种措施处理群落的恢复演替速率随着演替时间的延长而变缓,但群落建群种,优势种在群落中的作用仍有变化。

4. 各种措施处理群落都向原生羊草群落(顶极羊草草原群落)靠拢,但速率和轨迹各不相同,且距原生群落仍有距离,演替将继续进行。

5. 围封处理,恢复演替分为:冷蒿+丛生小禾草+羊草群落;由冷蒿向羊草群落过渡阶段;羊草+冷蒿、丛生禾草群落;羊草+冰草+丛生禾草群落四个阶段,三个群落类型。

6. 轻耙处理,恢复演替分为:羊草+冷蒿+1.2年生杂类草群落;羊草+冰草+冷蒿,糙隐子草群落;羊草+冰草+多年生杂类草群落三个阶段。

7. 浅耕翻处理,恢复演替分为:羊草+1.2年生杂类草群落;羊草群落;羊草+多年生杂类草群落三个阶段。

## 广西英罗湾海漆种群空间分布格局的研究<sup>①</sup>

梁士楚

(广西红树林研究中心,北海 536000)

海漆(*Excoecaria agallocha*)是落叶或半常绿的乔木树种,见于高潮线附近的滩域,它具有根蘖产生无性系分株的特性。故海漆种群具有由种子形成的个体所组成的源株种群(genet population)和由根部不定芽萌发形成的分株所组成的无性系种群(clonal population)两个结构水平。英罗湾(21°28'N, 109°43'E)的海漆种群是山口国家红树林自然保护区的主要红树植物种群之一,呈狭带状且与海岸线平行分布。种群的高度3.5—4.5m,密度1300n/hm<sup>2</sup>,基径平均为11.6cm,最大达25.7cm。

根据海漆种群的分布特点,采用由16个5×5m<sup>2</sup>小样方组成的样带取样,从源株和组成每个源株的分株构件测量种群的数量特征。种群的格局类型由方差( $S^2$ )/均值( $\bar{X}$ )比率法确定;集聚强度用丛生指标( $I$ )、负二项式参数( $K$ )、扩散指标( $I_0$ )、平均拥挤指标( $m$ )和聚块性指标( $m/\bar{X}$ )等度量;用“空间差异代替时间变化法”分析格局的动态。

研究结果表明,海漆源株种群的 $S^2/\bar{X}$ 比率为0.8821,  $t$ -检验对1.0没有显著的偏离,说明源株种群呈随机分布。这与种群生长的环境条件相对均匀,环境因子对种群个体的综合性影响较一致相吻合。同时,亦是随着群落的形成和发展,种内和种间对环境资源竞争引起种群密度下降的结果。海漆无主根,主要的侧根都暴露在地表,侧根衍生的细根斜生入底质,根系在地表交织成网状,分布范围可超出树冠的投影。因此,源株种群呈现随机分布,其个体对环境资源的利用是离散的,因而能占据更多的空间而有利于稳固地固着于潮滩软相的生境中,抵御潮汐和波浪的冲击压力,同时获得充足的物质和能量,使种群得以持续生存和发展。 $I$ 、 $I_0$ 、 $m/\bar{X}$ 和 $m$ 各为-0.1179、1.0280、1.0824和3.1321,  $K$ 为负值,符合随机分布种群具有的性质。种群稳定的径级结构具有类似于稳定的年龄结构的性质,故不少学者采用径级结构代替年龄结构分析乔木种群的结构和动态特征。按曲仲湘等的大小等级划分标准,海漆源株种群可分为幼苗群、小树群、中树群和老树群四个个体群。幼苗群、小树群和中树群均呈随机分布,这与种群的生殖生态学特性和潮滩生境条件密切相关。海漆没有胎生的现象,其种子球形,直径约4—5mm,易被潮汐和波浪的搬动。因此,海漆种子的散布具有较大的偶然性,亦即种子的固着完全和机率相符合,加上潮滩生境条件比较均匀,由此使海漆源株种群

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目(项目批准号:39360019)



这些个体群呈现随机分布。老树群偶见分布,说明该种群处于增长阶段。

海漆无性系种群的空间分布格局主要表现在:(1)由于不同源株个体根蘖能力的差异,致使不同无性系种群的分株呈现集群分布,其  $S^2/\bar{X}$  比率为 13.1017,  $t$  值为 33.1391;  $I_1, I_2, m/\bar{X}, m$  和  $K$  分别为 12.1007、1.7788、1.6676、30.2257 和 1.5242;(2)新生无性系个体数量的增多以及个体高度的变化,对种群空间动态的影响较大。随着无性系种群的生长发育,新生无性系个体的周期性递增,无性系种群的密度逐渐增大,从小树阶段发展到中树阶段,无性系种群的空间聚集程度增高。种群个体的高度( $H$ )与其基径( $D$ )间呈显著的幂函数相关: $H=0.5877D^{0.4722}$ ,  $r=0.6294$ ,  $p<0.01$ 。

## 呼吸代谢的功效及其与生态环境的关系

冯玉龙 王文章 金钟跃 陈 杰

(东北林业大学,哈尔滨 150040)

植物是热力学开放系统,它要与环境不断地进行物质和能量交换,即新陈代谢,在此过程中,植物体在量方面生长了自己,在质方面更新了自己。新陈代谢包括同化和异化作用,最重要的同化作用无疑是光合作用,而最重要的异化作用显然是呼吸作用。光合作用固定的太阳能和  $CO_2$  并不能直接用于植物的各种过程,而只能通过呼吸代谢及其他多酶系统把光合产物中的化学能分解出来加以利用。其中一部分能量用以做功,如合成、吸收和运输等;另一部分能量以热的形式放出用以维持体温或经行散失。呼吸作用具有双重性,一方面它为其它生理过程提供物质和能量,处于代谢的中心地位;另一方面,它消耗有机物,放出  $CO_2$  和能量,是物质和能量的浪费。事实上呼吸作用的确消耗了大量光合产物,影响了干物质积累,如热带雨林的合作用最强,但其生产力却低于常绿林,原因就是其呼吸消耗过多。因此,许多育种专家试图进行低呼吸育种,但由于呼吸的代谢中心地位,他们并没有成功。

鉴于此,我们引入功效学的概念,用单位呼吸强度下呼吸主体所做的功表示呼吸功效。呼吸主体可以大到一个生态系统、群落或种群,小到一个植物个体、甚至是一个器官、组织或细胞;做功可以是物质的吸收,能量的固定或干物质的积累等。植物代谢及生长发育的复杂性,决定了呼吸功效的多变性,不同的呼吸主体呼吸功效不同,同一呼吸主体在不同的生态条件下呼吸功效也不相同。我们可以用呼吸功效的高低来评价品系的好坏及生态环境的优劣。

在人工气候室和野外我们用 Beckman 红外线  $CO_2$  分析仪测定了树木的净光合速率和呼吸速率,研究了长白落叶松和水曲柳的呼吸功效(净光合速率/呼吸速率)。结果表明,在不同的条件下水曲柳的呼吸功效都大于落叶松,树木的呼吸功效受生态条件的影响很大。下面我们以落叶松为例,讨论环境对呼吸功效的影响。在没有特殊说明时,环境控制为:气温  $25^\circ C$ 、湿度 80%、照度  $246\mu M01 \cdot M^{-2}S^{-1}$ 、土壤水分适宜。落叶松的呼吸功效随气温的升高而降低,  $15^\circ C$  时最高为 2.20,  $35^\circ C$  时最低,为 0.33,  $25^\circ C$  (最适)时,也较高为 1.65。落叶松的

呼吸功效随大气湿度上升而加大,相对湿度 80%和 90%时落叶松的呼吸功效分别是 2.18 和 3.17,此时落叶松光合、呼吸也最强。土壤水势高时,落叶松的呼吸功效也高,土壤水势为  $-20\text{KP}$  时、最高为 7.92。土壤水势降为  $-30$ 、 $-40\text{KP}$  时净光合速率降低,呼吸速率升高,但功效却降低,分别是 1.22 和 1.06。

可见,在空气温度、湿度和土壤水分状况适宜时,落叶松的净光合速率,呼吸速率及其功效均较高;在生态条件不适宜时,它们均较低。在野外我们也得到了类似结果,混交林中生态条件优于纯林,混交状态下落叶松的生长、净光合速率、呼吸速率及其功效均高于落叶松纯林。我们在评价植物对生态条件的反应时,不能只看呼吸速率的高低,更应重视呼吸功效的高低。在净光合速率、呼吸速率及其功效均较高(不一定都最高)时,生态条件一定适宜,植物生长最快。呼吸功效做为生理指标在实践中定能发挥其应有的作用。

## 五台山亚高山草甸小格局分析

张金屯 米湘成 张 峰 上官铁梁 郑凤英

(山西大学生命科学系,太原 030006)

格局分析是研究植物群落结构的重要手段。自从 50 年代第一个格局分析方法诞生以来,格局研究得到了重大发展,大量论文发表、新方法不断涌现。但多数研究都集中在种群的中格局或大格局上(最小的格局规模大于  $20\text{cm}$ ),而忽略了小格局的研究。小格局分析是 Stowe 和 Wade(1979)提出来的,对草地群落而言,它是研究变化于几个厘米之间的格局规模、种间关系以及环境因子对格局的作用等。小格局分析可揭示群落很细微的结构关系、种间作用关系等,比如一个种的分泌物对另一个种的影响等。

本文采用样针仪取样,小样方为  $2 \times 2\text{cm}^2$ ,在样方中记录所出现的植物种,即样针刺中的种。这样的数据即为种群系列。我们在五台山 2400—2800m 之间取 6 条由 100 个小样方组成的样带,共得到 600 个小样方的观测值。用两种小格局分析方法:种毗连法(Species-juxtaposition)和种小区法(Species-region)对以上数据进行分析,并比较二方法的结果。同时用基础统计方法——组织图分析主要种群在小格局中的规模。

结果表明种毗连法和种小区法均较好地描述草甸群落中主要种群在小格局中的相互作用关系。在海拔较高处,小蒿草和唐松草与北方蒿草呈正关联,与其它种关系不明显。苔草广布于五台山草甸之中,它与大部分种都呈正相关。有的种对经常一起出现,在中格局或大格局中一般为正关联,但在小格局中都表现为负相关,比如唐松草与雪白委陵菜,常常一起出现,在中等格局中为伴生种,是正相关,但在小格局中却为负关联。这说明用小格局分析种群间的相互作用是不能用中格局代替的。小格局规模分析表明,亚高山草甸中 10 个主要种群在小格局中的斑块都比较小,它们小斑块规模在  $2-3\text{cm}$  之间,大斑块变化于  $4-10\text{cm}$ 。说明在小格局中各植物种都趋向于交错分布,即使集群分布的种也都是如此。这样有利于植物充分利用各种资源,达到最大的生产力。这是群落长期发展而形成的特性。



种毗连法和种小区法都是小格局分析的有效方法,二者结果也趋于一致。但比较而言,种小区法分辨率更强,且计算更简单。

## 微、中型生态系统中几种鱼类下行影响的实验研究

阮景荣

(中国科学院水生生物研究所,武汉 430072)

自 Hrbacek 等(1961)的早期研究工作以来,许多生态学家不再注重湖沼学研究通常采纳的“理化因素—浮游植物—浮游动物—鱼类”这一上行影响系列,而强调生态系统中同该系列正好相反的下行影响,将其结构与功能的变化归因于鱼类捕食所产生的营养级联效应,并运用以改变鱼类组成和/或多度为主要内容的生物操纵来促进富营养水体的恢复。

为了解我国渔业水体富营养化的成因及生物操纵治理效果,几年来先后采用微型和中型生态系统,就罗非鱼、鲢、鳙和草鱼的下行影响,以及富营养水体的生物操纵开展了实验研究。微型生态系统是在室内人工光照和控温条件下,于水族箱( $60\text{ l}\times 12$ )接种数种藻类和 1 种浮游动物(大型溞)所建立,用于罗非鱼不同放养密度( $2-7\text{ g/m}^3$ )和鲢鳙单养与混养( $15\text{ g/m}^3$ )两组实验,实验中各种处理(包括对照)均设置 3 个重复,定期给各系统补充等量的营养物,其磷负荷分别为  $0.0105$  和  $0.0061\text{ g P/m}^3\cdot\text{天}$ 。实验持续时间分别为 31 和 27 周。中型生态系统是在室外水泥池( $2\text{ m}^3\times 9$ ),通过引种 3 种沉水植物而建立的,用于相继放养不同密度草鱼( $25$  和  $53\text{ g/m}^3$ )和同一密度鳙( $8\text{ g/m}^3$ )的草型湖泊逆行演替模拟实验,每一种处理亦有 3 个重复,实验持续 19 周,其磷负荷为  $0.0077\text{ g P/m}^3\cdot\text{天}$ 。模拟实验结束后,按生物操纵的极端做法,将有鱼系统中的实验鱼全部除掉,同时停止其营养物供应,实验观测持续 33 周。

研究表明:①罗非鱼放养使生态系统中浮游动物减少,浮游植物密度和初级生产力增加,水柱透明度降低而 pH 值增高,以致实验后期系统出现富营养化特征。罗非鱼不同密度组的浮游生物密度虽有显著差异,但各组的初级生产力、罗非鱼收获量和最后的理化状况相近;②鲢鳙放养明显地改变了生态系统的群落结构、代谢和理化环境,其观测结果同罗非鱼实验趋于一致。就不同实验组比较,鳙单养的影响最大,鲢鳙混养次之,而鲢单养的影响最小,实验后期前两组系统呈现不同程度的富营养化;③草鱼和鳙的相继放养使生态系统由草型湖泊状态演变为藻型湖泊状态。草鱼放养密度不同的两组系统变化的速率和终止状态存在一定差别,但最后二者的主要生物指标都达到或超过了藻型湖泊的水平;④经生物操纵处理后,生态系统中水草得以再生,浮游甲壳动物增加,而浮游植物生物量和初级生产力下降,以致数月后系统又回到了草型湖泊状态;⑤在鱼类的影响下,生态系统的营养物水平亦发生了变化,其中氨氮、颗粒磷和总磷浓度一般比对照组高,而正磷酸盐浓度显著低于对照组;⑥罗非鱼、鲢、鳙对浮游动物及草鱼对水草的下行控制是明显的,但浮游动物、植物之间及浮游植物生物量与总磷浓度之间既有下行影响也存在上行影响。生态系统的初级生产力,有的为消

费者所控制,有的则决定于营养物供应,不完全符合营养级联假说所预期的结果。

根据本文及有关研究结果认为:①以提高鱼产量为目标的鲢、鳙、草鱼和罗非鱼高密度放养,可加速营养物来源丰富的天然水域富营养化的进程;②鉴于我国渔业水体主要经营在静水条件下不会自然繁殖的鱼类,将生物操纵应用于富营养水体的治理,可望获得显著的和持久的效果;③淡水生态系统的结构与功能是由捕食(下行影响)和理化因素(上行影响)共同调节或控制的。为了加深对生态系统中复杂的相互作用的了解,应当将营养物的上行控制机制,鱼类和浮游动物通过营养物再生途径对浮游植物的影响,以及食物网的大部分回路纳入下行控制的研究。

## 湿地松粉蚧自然种群生命表的组建和分析

汤 才 庞雄飞

(华南农业大学昆虫生态研究室,广州 510642)

湿地松粉蚧 *Oracella acuta* (Lobdell) 是 1988 年从美国佐治亚州(Georgia)侵入我国广东南部的一种危险性松林害虫。鉴于目前的侵入区和原产地美国发生区相比较,其气候条件、寄主组成等不完全一致,因而湿地松粉蚧年内的数量消长和种群动态发展趋势会有不完全相同的情况,因此,组建该粉蚧的自然种群生命表,了解其种群动态发展趋势以及分析影响其种群数量变动的重要因子是十分重要的。

本文通过林间系统调查,同步设立罩笼实验种群作为观察对照。根据系统调查所得的数据,采用平均历期法,估算得到越冬代各虫期的存活率参数;第一世代由于初龄若虫林间很难实际调查获得,以卵的密度与固定若虫的密度比率估算初龄若虫期的存活率,组建得到以作用因子组配的湿地松粉蚧自然种群越冬代和第一世代连续世代生命表,并用排除作用的控制指数定量分析了各类因子对湿地松粉蚧的作用程度。

结果表明:湿地松粉蚧越冬代初龄若虫期至第一代初龄若虫期时的种群趋势指数  $I$  值为 11.67,完整第一代结束时的  $I$  值为 0.92,表明下代种群数量将为当代种群数量的 11.67 和 0.92 倍;在新侵入区,没有发现寄生性天敌,捕食性天敌的排除作用控制指数 EIPC (Exclusion Index of Population Control) 为 1.27,如果没有捕食天敌的作用,下代种群数量将为当代种群数量的 1.27 倍,也就是说本地松林的捕食性天敌少数有转移捕食湿地松粉蚧的现象,但其对该粉蚧的控制作用不明显;“其它”类因子是影响种群数量发展趋势的重要因子,其 EIPC 值为 101.05,如果排除这类因子,湿地松粉蚧下代种群的数量将为当代数量的 101.05 倍。

“其它”类因子如何分析,究竟包括哪些作用因子,这一个重要的问题将在另文中继续讨论。



# 新疆呼图壁绿洲外缘荒漠草地优势植物 元素含量特征及数量分析<sup>①</sup>

孔令韶 马茂华

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

一些元素在动植物生命活动中的作用已进行了较为广泛的研究,其作用可分为:1. 结构元素;2. 维持机体内平衡的元素;3. 微量元量—机体里的激素或酶的组成部分或作为酶的活性剂。植物中元素含量具有鲜明的区域特征。本文着重讨论新疆荒漠草地植物的元素含量特征和数量分析,从元素的含量特征上探讨植物的生物生态学特性;同时为本区动植物的元素营养水平、畜牧业的持续发展提供科学依据。

研究地区气候干旱,年降水量 161.3mm。土壤主要为盐化草甸土、盐土、盐化灰漠土、灰漠土等。植被主要为低地盐生草甸、多汁木本盐柴类荒漠、小半灌木荒漠等。样品采集,草本植物采集地上稍嫩部分,木本植物采集叶或当年枝叶,有的植物采集了不同部位或不同生长期。共采集到 35 种植物。用 ICP 等离子光谱测定样品中的 16 个元素。元素含量除注明者外,均指草本植物的地上部分和木本植物的叶或当年生枝叶。

植物元素含量特征:1. 元素含量水平:K、Na、S 含量较高,平均在  $10000\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  (1.0%)以上;含量在  $1000-10000\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  的元素有 Ca、Mg、Fe、Al、P;含量为  $100-1000\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  的元素有 Sr、Mn、B;Ba、Ti、Cu、Zn、Li 的含量小于  $100\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。多数元素在已报道的陆生植物自然含量水平内;Na、S 含量多数植物超过已报道的水平。植物中 Na、Li、Ba、Fe、Al、Mn、Ti 的含量种间差异最大;K、Ca、Cu、B、P 的含量种间差异最小。2. 植物元素含量之间,Na 与 K、Ca、Mg 的比值种间相差 40 倍以上;Ca/Mg、Fe/Al,种间相差 4 倍以内。3. 同种植物在不同地点和不同元素的含量有差异,其中 K、Ca 含量变异系数最小;Ba、Fe、Al 的变异系数较大。一些盐生或耐盐植物的 Na、S 含量的变异系数较小。4. 植物各部位的元素含量,多数植物的多数元素老枝或茎中最低。各部位元素含量差异最大的是 Na,差异最小的是 Ca。盐生植物当年生枝叶具有极高的 Na 含量。Fe、Al、Mn、Cu、Zn 等,多数植物为根中含量较高,当年生枝叶次之。花穗中 P 含量最高。5. 植物中元素含量的季节变化,多数植物的大多数元素,在生长旺盛期的 6 月底到 8 月初处于低谷,8 月底低于 6 月初;K、Na、Fe、Mn 的含量,曲线波动较大,Zn、Cu、S、P 的含量曲线波动较小。

用植物中 K、Na、Ca、Mg、S、P 含量对 35 种植物进行 TWINSpan 分类和 DCA 排序,划分出的植物类群和排序,进一步阐述了植物元素含量的特征和以元素含量为特征的植物类群,使植物中元素含量的研究,从一般的含量多少或高低的认识,提高到定量的分类和确立排序位置,使之对植物生物生态学特性得到深入一步的阐述。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目

本区植物,从牧草元素营养水平看,是适合牲畜生长发育要求的。如植物中的 Cu 平均为  $15.2\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、Zn 为  $32.0\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,正好在适宜范围内;Ca 含量在  $5000\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  以上,超过了牧草的 Ca 不能低于 0.5% 的范围。一些植物中的 Na 含量较高,放牧可以代替补盐,有益于牲畜的 Na 供给。当然牲畜对一些元素尤其是微量营养元素的要求是复杂的,有含量多少问题,元素之间的比例、协同或拮抗作用的问题等,本项结果为这些问题的深入研究、为畜牧业的持续发展提供了科学依据。

## 春季烟蚜有翅蚜迁入的空间分布及迁入量估计

王朝阳 陶方玲 古德就 张维球

(华南农业大学昆虫生态研究室,广州 510642)

烟蚜是为害烟草的主要害虫之一。在我国南方烟区,烟蚜以孤雌胎生方式繁殖后代,并分化出有翅蚜在不同寄主植物上转迁。冬季,烟蚜在十字花科蔬菜等寄主植物上生活,烟苗移栽后,有翅蚜从虫源地迁飞到烟田,成为烟草苗床和大田的主要蚜源。迁飞到烟苗上的有翅蚜数量和空间分布可直接影响大田烟蚜的种群动态。

### 1. 烟蚜有翅蚜空间分布型:

采用频次分布方法进行空间分布型测定,用泊松分布和负二项分布拟合。结果表明,烟苗移栽后,烟蚜有翅蚜从其它作物上迁入烟田,其个体降落为随机分布,由于烟苗长势不均匀,有在个别烟苗上聚集的趋势,出现了既符合负二项分布,又符合泊松分布的结果。

### 2. 烟蚜有翅蚜的垂直分布:

由烟株上部至下部按心叶(不长于 10cm)、第 1 叶、第 2 叶,……,第 n 叶的次序统计各叶位上的有翅蚜数量,并计算有翅蚜在各叶位的概率分布。结果表明,有翅蚜迁入后大部分集中于烟株的上部,这同烟蚜具有趋嫩性,喜欢在植株幼嫩及花蕾等部位活动的特性相符。

### 3. 烟蚜有翅蚜迁入量估计

方法:调查从烟苗移栽后至有翅蚜在烟株上数量显著下降,每隔 4 天抽样调查烟苗有翅蚜数量,同时观察有翅蚜在烟株上寿命,采用定积分中的抛物线法近似计算有翅蚜迁入总量。按上述方法在 1994 年 3—4 月调查了广东省南雄烟区烟田的有翅蚜数量并近似计算其迁入总量。结果为有翅蚜迁入量约达 479 头/百株。



## 温度对孟氏隐唇瓢虫生长发育的影响

任顺祥 韩沧海 卢继开

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrozieri* Mulsant 原产于澳洲, 是热带、亚热带作物粉蚧和绵蚧的捕食者, 是引进研究最多的瓢虫之一。孟氏隐唇瓢虫自 1891 年自澳洲引进美国加州以来, 到 1980 年, 已有 40 多个国家和地区相继引进该瓢虫, 防治粉蚧和绵蚧取得良好的效果 (Gordon, 1985)。我国于 1955 年从苏联引入广州, 1978 年发现已在广州、佛山等地建立了稳定的自然种群, 4—6 月能有效地控制粉蚧和绵蚧的种群数量 (庞雄飞、李丽英, 1979; 李丽英, 1993)。有关孟氏隐唇瓢虫的生物学、生态学及繁殖利用已有初步研究 (蒲蛰龙等 1957, 1961; 黄邦侃, 1963; 李丽英, 1993)。

本文研究了温度对孟氏隐唇瓢虫生长发育的影响。结果表明, 孟氏隐唇瓢虫生长发育的最适温度为 22~28℃。在 18~34℃ 范围内, 卵、幼虫全世代的发育起点温度和有效积温分别为 7.5207℃、62.8642 日度, 7.4218℃、201.2132 日度和 5.6965℃、492.5381 日度。世代存活率以 26℃ 为最高, 以 34℃ 为最低。在 22~30℃ 范围内, 成虫一个月的产卵量, 从 26℃ 最多, 平均每雌产 172.3 粒; 30℃ 最低, 平均每雌产 81.8 粒。

## 两种蜘蛛节瓜蓟马的捕食作用

曾 玲 梁广文

(华南农业大学, 广州 510642)

拟环纹狼蛛 *Pardosa pseudoannulata* 和食虫瘤胸蛛 *Oedothroax insecticeps* 是广东菜田中两种常见的蜘蛛, 是蔬菜害虫的重要捕食性天敌。本研究测定了这两种天敌实验种群对重要蔬菜害虫节瓜蓟马 *Thrips palmi* 的捕食作用。研究结果表明:

1. 拟环纹狼蛛对节瓜蓟马成虫有正喜好性, 在节瓜蓟马成虫和若虫共存情况下, 多选择成虫。

2. 拟环纹狼蛛捕食节瓜蓟马成虫的功能反应曲线属 Holling II 型, 其捕食量  $N_1$  与节瓜蓟马密度  $N$  的关系模型为:

$$N_1 = \frac{0.9736N}{1 + 0.0049N}$$

3. 食虫瘤胸蛛捕食节瓜蓟马功能反应曲线属 Holling 型,其捕食量  $N_s'$  与节瓜蓟马密度  $N'$  的关系模型为:

$$N_s' = \frac{0.4014N'}{1+0.0053N'}$$

4. 按所获模型分析,拟环纹狼蛛 24 小时捕食节瓜蓟马的数量最高可达 147 头,而食虫瘤胸蛛 24 小时对节瓜蓟马的最大捕食量也达 75 头。

5. 综合以上结果可见,上述两种蜘蛛对节瓜蓟马种群的控制作用是重要的,在田间如何保护和助长其种群数量,充分发挥其对害虫的控制作用是值得进一步探讨的课题。

## 超球面模型用于草场演替趋势分析 ——MDSM 与插值法的比较

白图格吉扎布 郝敦元\* Bob Brozka\*\*

(MDSM International, P. O. Box 272628, Fort Collins, CO 80527)

超球面模型(MDSM)是一种新的多元分析技术,可用于系统的趋势分析和动态监测。MDSM 使用向量(而非矩阵),在变量空间(而非样本空间)中分析样本之间的关系(而非变量之间的关系)。MDSM 认为向量的方向(而非距离)携带着系统组成的信息,因此 MDSM 通过监测标准化向量在多维变量空间中的旋转来监测系统的变化。MDSM55.EXE 是基于 MDSM 的计算机程序,在本文中被用来分析美国陆军在科罗拉多州 Pinon Canyon 的军事基地(坦克演练场)的植被变化。有关植被的详细数据,最早于 1985 年作过本底调查。以后 1986、1987、1990、1995 年又分别回到永久样条继续取样,以期发现军事车辆碾压对植被演替的影响。在本文中,1988、1989、1991、1992、1993、1994 年的缺失数据被用插值法补齐,和取样值共同形成一个完整的十年植被演变系列。整个十年系列被输入计算机,用 MDSM55.EXE 分析。MDSM55.EXE 输出各个植物种逐年的:趋势值、预报值、期望值、及预报误差。MDSM55.EXE 输出的预报值、期望值和用插值法或野外实地取样的历史数据吻合得很好。96 年的植被预报值则有待 96 年夏季野外实地取样的验证。

\* 内蒙古大学,呼和浩特市 010021

\*\* Dept. of Forest, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA.



# 生态交界系统的相变理论及其应用

李百炼

(美国德州农工大学生物系统模型中心)

近十年来生态交界系统 Ecotone(中文有人翻译为生态边界系统或生态环境脆弱带等)已成为国际生态研究的热点之一。本文主要目的是向国内同行介绍本人近年来在这方面研究的心得,特别是我们提出的生态交界系统的相变理论构架及其在堪萨斯州东部的森林——高草原和德州南部的热带稀树草原生态交界系统研究中的应用。这一理论溶合了物理学上的相变理论和数学上的渗透理论和分维几何学来研究这一复杂的生态交界系统的动态变化过程,建立了生态交界系统的空间判别准则和动态空间相变的阈值。其预测结果得到了实际资料的佐证。这些研究结果将在《国际景观生态学杂志》上发表和我合著的《混沌科学:生态学模式的一种探索》一书中。该书将由剑桥大学出版社明年出版。

## 沉水植物群落昼夜光补偿点的实验研究

乔建荣 周 红 任久长 蔡晓明

(北京大学环境科学中心,北京 100871)

光照对沉水植物具有特别重要的生态意义。滇池草海的现状调查和历史资料分析发现,沉水植物多样性消失与水体富营养化、藻类大量增长、透明度下降相平行发生。我们估计由于藻类的大量增长导致的低层水体光照不足,可能是滇池草海沉水植物多样性消失的直接原因。为了验证光照强度对沉水植物的重要作用,我们在进行现场调查的同时,开展实验研究。前人曾从生产力的角度出发,研究了多种沉水植物的光补偿点,但因为其实验时间较短(2~4 小时),物种选择单一,而在湖泊中沉水植物群落的研究和实际应用中受到局限。本研究试图在该方面有所提高。

沉水植物的光补偿点是指植物净产氧量为零时的光照强度。本文首次提出了群落水平的沉水植物昼夜光补偿点的概念及其测定方法,并将沉水植物的光补偿点分为四类,即单物种白昼光补偿点、群落白昼光补偿点、单物种昼夜光补偿点和群落昼夜光补偿点。

沉水植物群落昼夜光补偿点是指某个群落(多物种)在一昼夜 24 小时内(白天有光照,晚上无光照)净产氧量为零时的光照强度。在实验室条件下,以菹草、狐尾藻、金鱼藻和红线草四种沉水植物按不同比例组成模拟群落,将光照强度控制在较低范围内,经光照 12 小时,

黑暗无光照 12 小时后,测得模拟群落的净产氧量。每次实验多次重复,用有重复一元线性回归方法,拟得在较低光照强度范围内,光照强度与净产氧量的关系式,进一步计算得到每种沉水植物模拟群落的昼夜光补偿点。实验所设计的四个模拟群落的昼夜光补偿点范围为 1200~1500Lux。

实验还测得了菹草、狐尾藻、金鱼藻、红线草、轮藻和黑藻等六种沉水植物的其他三类光补偿点,其大小范围均低于模拟群落的昼夜光补偿点。模拟群落的白昼光补偿点范围是 350~450Lux,单物种昼夜光补偿点范围是 650~850Lux,单物种白昼光补偿点范围是 50~300Lux。

在光补偿点以上,随着光照强度的增强,光照强度逐渐提高并超过呼吸作用,于是在植物体内开始积累干物质。但是当光照强度高达一定值后,再增加光照强度,光合产物增加很少或不再增加,这时的光照强度为植物的光饱和点。实验测得红线草、狐尾藻、金鱼藻和黑藻的光饱和点为 30000~50000Lux。以净产氧量为光饱和点时的净产氧量的 80% 的光照强度为适宜光照强度,则四种沉水植物的适宜光照强度为 20000~25000Lux。

沉水植物群落昼夜光补偿点可以作为判断沉水植物多样性消失或恢复条件的重要依据,直接用于水环境保护。

## 干旱区生态系统演替与耗散结构理论

严以绥 肖焰恒 高继宏

(石河子农学院经贸系,新疆 830002)

### 1. 历史演化和面临挑战

我国西北地区绝大部分土地处于干旱生态环境之中,经过长期的自然作用和人工开发,逐渐形成了独特的荒漠景观。这一演替过程究其根本是干旱生态系统内物质、能量、信息的耗散运动的过程。人们开发和建设荒漠生态系统,就是为了使其构造成为高度开放、稳定、有序的耗散结构生态经济系统。

#### 1.1 干旱区生态环境的特征

干旱区的自然生态系统由于长期处于内陆盆地封闭状态的环境条件的影响下,形成了特定的生态系统特征。

- (1) 热量过剩,水分亏缺,导致系统内不断增熵,系统处于低序状态。
- (2) 空气动力能量强烈,风沙活动频繁,是干旱生态系统低序的另一特征。
- (3) 土壤表层强烈积盐,次生盐渍化严重。由于气候干旱,蒸发量远大于降水量。系统输出大于输入,耗散大于积累,熵增加导致土壤表层积盐的无序土壤结构。
- (4) 植被稀疏生物活动贫乏。

以上特征表明,干旱地区生态系统处于封闭、低序的平衡态。基于该系统内农业生产只能处于低层次单平面的经营水平,农业生态经济也将沿着恶性循环的反馈环路走向熵增和



无序。

### 1.2 面临的挑战

系统结构决定系统功能。干旱区生态系统的低序半封闭结构造成风沙、干旱、盐碱灾害频繁威胁着农业的生产,人类的生存面临着空前的危机。加之,人们在开发过程中片面追求直接经济效益,忽视了人与自然的和谐因素,又增加了把人工生态系统逼向无序的因素—熵,这无疑将是一场面临“不可持续”的危机。是危机也是挑战,面对危机我们没有别的选择,只有实施生态—经济—技术—资源—发展的持续战略,为当今人类以及子孙后代创造一个良好的人工绿洲生态系统。

### 2. 建立人工绿洲生态系统的思考

耗散结构理论告诉我们,要使系统从无序走向有序,从封闭、半封闭走向开放,必须不断增加负熵流。开发建立人工绿洲生态系统向干旱生态系统输入信息,减少熵,是使其从无序迈向有序的耗散结构生态系统的最佳选择。

#### 2.1 荒漠变绿洲

我国干旱地区的经济实质上就是绿洲经济,以新疆为例,全疆仅4%的绿洲却拥有98%的社会财富。因此,进一步开发人工绿洲生态系统,使荒漠从“死”的平衡态,向绿洲“活”的远离平衡态发展为人类更好的生存有着现实的意义。新疆石河子垦区就是由戈壁荒滩的死寂走向盎然生机的绿洲经济系统。今天,绿洲已成为干旱区人类文明的载体。

#### 2.2 封闭转开放

一个远离平衡态的耗散结构,一定是开放的,封闭只能阻碍系统与外界进行物质、能量、信息的不断交流,引起系统不断增熵,无益于系统在时、空的有序化。干旱地区生态系统在进行人工绿洲生态系统的开发过程中要不断引入信息,走向有序化,逐步向封闭—半开放—开放过渡。今天卓有成效的绿洲生态经济的发展经验向我们证明,从传统经济生产模式向现代持续性绿洲生产模式的转变,是干旱地区的生态经济系统由封闭走向开放的宝贵典范。

#### 2.3 无序到有序

系统的发展变化存在两种趋势:①由增熵走向无序。②由减熵走向有序。生态系统为了维持自身的有序就必须不断从外界输入能量,即增加它的负熵流。干旱地区未开发前系统的正熵值极高,在开发过程中人们不断输入负熵(物质、科技、人才),从而使系统迈向了有序化。石河子垦区148团生态农场开发与建设就是一例。

### 3. 时代的呼唤

#### 3.1 持续发展的战略思想

在人类开发绿洲生态系统的过程中,正面临着如何协调绿洲人口与资源、环境的和谐关系以增强“协同效应”的挑战。因此,一种新的发展战略思想必将用来指导绿洲生态经济系统的发展,这就是持续发展战略——一种生态经济协调发展,以社会—人为中心的高序化耗散结构的发展战略。

#### 3.2 生态为基础,科技为先导的原则

生态是农业发展的基础,这是农业发展的普遍规律。科学技术是现代农业的支柱,是现代农业发展的动力。忽视生态基础地位,单方面依靠科技,只会对绿洲生态经济系统产生超负荷掠夺,使脆弱生态系统无序化;相反,撇开科技,一味追求生态效益,同样会造成农业发展的倒退,将满足不了人们持续增长的生活水平的需求。唯有以“生态载农,科技兴农”,即

“生态为基础,科技为先导”为原则,才能使系统走向良性循环,持续走向演替的新路。

### 3.3 走资源综合利用优化结构之路

随着现代市场经济的迅速发展,社会生产对资源需求不断增长,使人类经济活动与资源有限的矛盾日益尖锐,绿洲生态经济系统可利用资源贫乏,因而提高资源综合利用水平和效率,即以“优质优构低耗高效”为资源综合利用模式,方可形成高序化的耗散结构系统,而这种资源模式的前提是系统有优化的结构。在系统运转过程中必须针对系统现状和市场经济的要求进行结构优化,以消除无序,增加负熵流,使资源配置合理,综合利用效率高,使系统向新的有序化发展,产生系统总体协同放大效应。石河子垦区系统结构“调整效应”在干旱区的人工绿洲生态系统中尤为明显。

### 3.4 生态、经济、社会多元协调发展方针

当代经济新发展观认为:经济不是一个封闭的系统,经济现象是社会现象,人们必须从经济、社会、文化等各个方面的相互关系,全面综合地考虑当代的发展问题,传统的以经济增长为中心必须转变到以社会一人的发展为中心,这不单纯是经济发展问题,而是经济、社会、科技、生态、文化多元协调的发展问题。从这个意义上讲,绿洲的发展既是经济系统的发展,又是生态系统的发展,以及社会系统的发展,更是它们多元的整体协调发展。

随着生态农业在干旱地区的蓬勃发展,我们将会欣喜看到,只要在干旱区生态经济即绿洲经济的发展中紧扣持续发展的主旋律,一个功在当代,造福后代,具有高度远离平衡态的耗散结构生态经济系统定将展现在人们面前,一个持久的现代化农业的出现将不再是梦想。

## 雒议宇宙的生物统一性 ——广义生物生态学原理探索

陆 玲

(深圳天羚服装设计有限公司,深圳 518000)

广义生物生态学把微生物、菌类、植物和动物等生物组织形态、及其一切组建水平即整个宇宙生物系统,都纳入了“生物”的范畴之中,使之成为一门包容一切研究对象的、没有边缘的新型学科,成为研究宇宙生物系统与生物环境相互关系的规律的理论体系。

宇宙生物系统协调发展,是不可分割的有机整体。它具有统一的生物本性,其特性是本性组建水平的差异性,生物是本性和特性互置的统一体。

——分子、原子、电子及以下无限级数的生物形态组建水平都是生物。细胞是生物组织的基础单位,而分子、原子、电子等等则是生物基础单位的 $N$ 次方,离开了生物下级组建水平,上级组建水平就不能成立。由此推论:自然界有机物、无机物系统同属生物。

——人类是生物。她是从地球生物长类动物系统中发展起来的一个类群,人类社会一切组织形态都是这个生物类群的不同组建水平。当人们将生物演进的全部历史联通,就会发现:生命是永恒的生物生态运动,生命的形态不断演变,它既没有起源,也没有终结。



——思维是生物。它是较高级的生物生态运动，“生物”是运动的，“运动”也是生物的，二者互为属性、相互依存。在生物统一系统中，它们没有第一性，更没有第二性。这个原理，为现代科学破译“气功”神秘现象提供了重要的依据。

——哲学、数学是生物。科学显现了人类社会生物神经系统的思维机能，社会的生物性决定了科学的生物性，也决定了哲学和数学的生物性。生物生态关系——“质”和质的不同组建水平——“数”是主客体互置的生物统一体。生物生态关系的不确定性是数的不确定性的实质。任何数都是一个动态的量，宇宙中没有绝对精确的数。

——时间、空间是生物。它们是生物生态运动的延续性和广延性。生物和运动互为属性，生物的属性是生物，生物属性的属性也是生物。生物具有多维性，因而，时间、空间也是多维的。速度体现了时间和空间的比率关系，它也是生物。生物可以无限度地膨胀和收缩，因此，生物运动速度没有极限，光速远远不是生物运动的“极限”速度。

.....

——宇宙皆生物，生物运动具有统一的规律性。正如生物组织形态可以随着智能增殖和降解而相互演绎那样，生物一切运动形式并没有不可逾越的界限，通过智能的增殖和降解也能实现系统形态的演化。

从机械运动到物理运动，从化学运动到生物运动，进而到逐步增殖的人类社会运动形态的揭示，标志着人类科学事业的不断增殖和发展。现代科学体系的建立，受近代机械物理学的深刻影响，表现了“机械物理运动”的形态特征，它对宇宙生物有机整体条块分割、系统分离加以研究，这虽然有利于学科分工，各自把握一个特定的范畴，却不利于人们把握客观事物的整体和本质，好比“瞎子摸象”，使人的思维难免产生片面性；这虽然与人类早期工业发展阶段的社会需求有一定适应性，但到了工业化运动加速，社会内部各系统及其与环境之间的矛盾不断激化的今天，却又显得力不从心。现代科学体系从“机械物理运动”趋向“生物化学运动”形态是科学生物能量逐步积累，系统不断演替的必然结果。广义生物生态学的建立，标志着新一代的，以“生物化学运动”为形态特征的现代科学体系的诞生。这将有力地促进社会思维资源的全面交流和优化组合，并促进科学系统与社会系统以及整个宇宙生物系统相互关系的协调和平衡发展。

本文通过生物的范畴、性质、组织形态、生存发展机制、能量循环、系统演化、生态场、生命周期和生态位等多个角度综合论证宇宙的生物统一性，从而对广义生物生态学原理进行了初步的、大胆而严肃的探索。

作者愿以此文抛砖引玉，恳请专家学者不吝赐教。

## 二、全球变化对生态系统的影响





# 全球变化对东北植被生态系统的影响及对策

徐文铎 邹春静 卜军

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

全球变化是当今社会所面临的重大环境问题。由于人类的活动、工业的发展, 使得地球大气中温室气体, 特别是  $\text{CO}_2$  浓度剧增, 导致全球温度升高。本文对全球气温升高  $2^\circ\text{C}$  时, 全球变化对我国东北植被生态系统的影响及采取的相应对策进行了探讨。

## 1. 全球变暖对植被建群种分布的影响

### 1.1 未来东北植被建群种迁移类型

根据温暖指数 (WI)、寒冷指数 (C1) 和湿度指数 (H1), 可把东北地区植被建群种未来种群变动状况划分三个类型:

(1) 扩展种群:  $\text{WI}45-95^\circ\text{C}$ 、月, 是东北地区喜温种群, 主要有红松、油松、蒙古栎等。由于未来的全球变暖, 逐渐向北迁移。事实上, 最近在寒温带大兴安岭连续发现温带和暖温带植物, 如在呼玛河流域发现水曲柳、黄菠萝; 在甘河流域发现五味子、金银忍冬等。

(2) 退却种群:  $\text{WI}25-65^\circ\text{C}$ 、月, 属于西伯利亚成分, 是第四纪最后一次冰期的迁移种, 主要有兴安落叶松、樟子松等。随着全球变暖, 由南向北退却。目前已发现兴安落叶松随多年冻土由北纬  $43^\circ$  已退却北纬  $47^\circ$  附近。

(3) 绝灭种群:  $\text{WI}5-35^\circ\text{C}$ 、月, 属于极地—高山成分, 主要有仙女木、松毛翠、岩高兰等。如果未来全球变暖, 东北山地不存在类似极地冻原生态条件, 这些种类势必通过环境筛选被淘汰。

### 1.2 未来东北植被建群种分布边界

东北地区山地植被热量条件宏观分布与纬度 (X)、经度 (Y) 和海拔高度 (H) 呈线性关系, 回归方程为:

$$\text{WI} = 288.94 - 2.51X - 0.81Y - 0.038H; R = 0.9812$$

平原植被热量关系为:

$$\text{WI} = 343.96 - 2.73X - 1.16Y - 0.027H$$

根据上式, 可推算出山地植被建群种向北迁移 433—708km, 向上迁移 260—365m。平原地区建群种迁移更远, 约 920km。

## 2. 全球变暖对植被生产力的影响

### 2.1 气候变暖对森林生产力的影响

燕北地区森林生态系统生产力与 WI 的关系为:  $P_n = 0.0778\text{WI} + 5.367, R = 0.989$ , 未来东北主要森林生态系统生产力可能提高 7.65%, 其中红松阔叶林提高 5.41%, 白桦山杨林 7.82%, 云冷杉林 8.10%, 落叶松林 11.41%。



## 2.2 气候变暖对农业生产力的影响

东北地区年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温每增加 $100^{\circ}\text{C}$ ，粮食气象产量可增加 $8.2\%$ 。农作物生长季气温与年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温有密切关系， $R=0.9571$ ，回归方程为：

$\sum T \geq 10 = -1245.08 + 222.12t$ ，若生长季节平均气温升高 $2^{\circ}\text{C}$ ，则积温可增加 $444.2^{\circ}\text{C}$ ，可增产粮食 $36.4\%$ 。

## 3. 全球变暖应采取的生态对策

3.1 开展生态环境动态监测研究：在气候变暖过程中，开展大气 $\text{CO}_2$ 浓度变化，地球表面升温的观测以及大气环境模型和海洋模型预测研究。

3.2 加强气候变暖植被生态系统的影响研究：由于 $\text{CO}_2$ 直接参加植物生理代谢，引起植物生产量和形态结构变化及植被分布和成分的变化。因此在气候变暖的敏感地区，应开展植被生态系统响应研究。

3.3 增加森林覆盖率，保护生态环境：森林生态系统是陆地上最好的 $\text{CO}_2$ 储藏库和净化器。世界森林每年大约有150亿吨的碳以 $\text{CO}_2$ 的形式转化为木材，因此保护森林生态系统是控制全球气候变暖的最有效途径。

3.4 建立苔原保护地，拯救绝灭种群：东北山地苔原将随着全球气候变暖逐渐消失，为拯救绝灭种群，应建立苔原保护地，开展自然保护生物学研究。

# 全球气候变化对我国兴安落叶松 地理分布影响的研究

郭泉水 徐德应 阎 洪\*

(中国林业科学研究院森林生态环境研究所，北京 100091)

全球气候变化是当今世界上普遍关注的问题，气候变化对森林的影响是世界环境科学研究的热点。近年来，国内外关于气候变化对大区域的森林植被的影响已有许多研究报道，但是关于气候变化对森林树种的影响尚缺乏系统的研究。为此，本文以我国兴安落叶松为对象，在研究兴安落叶地理分布规律的基础上，应用基于地理信息系统之上而编制的生态信息系统(GREEN)以及全球气候环流模型(GCMs)就气候变化对我国兴安落叶松地理分布的影响进行预测。

## 1. 研究方法

研究气候变化对森林树种地理分布的影响，首先需要搞清树种对气候的适应范围，而后以各气候要素的范围为阈值形成树种的理论分布，进而再以各气候要素的范围为阈值确定树种在未来变化后，气候条件的分布及其它有关的属性特征。为达此目的，连续的气候空间分布则成为表达树种连续地域分布的基础，而以往的研究手段很难满足我们在描述树

\* 中国林业科学研究院林业研究所，北京 100091

种空间位置的同时,表示与其密切相关的地理气候性质和状态的需求。为此,我们编制了生态信息系统(GREEN),妥善地解决了这些问题,该系统以1/10经纬度的分辨率,可确定中国地域内任一地点的海拔高度和相应的一系列气候要素数值,具备各种空间地理属性的叠加功能,可以计算机图形方式显示各气候要素和具体树种的地理分布,以及显示气候变化影响下的树种分布和受影响的区域。预测气候变化对兴安落叶松影响的具体步骤如下。

1.1 在确定我国兴安落叶松现实分布的基础上,沿边界设置查询点,应用GREEN查出兴安落叶松分布(包括垂直分布)范围内各气候要素(包括年均温度、年均降水量、最冷月最低平均温度,最热月最高平均温度,干旱期月数,极端最低温度,干燥度)值。构建生态气候信息数据库。

1.2 从数据库中找出各气候要素指标的上、下限,定义兴安落叶松地理分布的气候适应参数区间。

1.3 生成当前气候条件下兴安落叶松地理分布图,并根据GCMs模型预测的未来气候情景,利用相同的气候参数区间,生成2030年兴安落叶松分布图,将两图叠加生成气候变化影响区域图。

## 2. 研究成果

2.1 在研究我国兴安落叶松地理分布规律基础上,应用生态信息系统GREEN,实现了对我国兴安落叶松分布、气候适应参数、区间的精确估计,生成的兴安落叶松分布图与现实分布比较非常吻合。

2.2 到2030年我国兴安落叶松分布区南界北移,移动幅度为0.1~2.7个纬度,东、西、北三界变化不大,长白山区将有50%左右兴安落叶松适宜分布面积不再适合兴安落叶松生存,小兴安岭受影响而减少的面积约占10%,而大兴安岭区域,内适合兴安落叶松分布的面积增加,兴安落叶松分布面积将由当前气候条件下的 $4.3 \times 10^7 \text{hm}^2$ ,减少到 $3.9 \times 10^7 \text{hm}^2$ ,减少面积为 $4 \times 10^6 \text{hm}^2$ ,约占当前气候条件下总面积的8.5%。

## 3. 讨论

3.1 目前国内外应用气候变化模型预测气候变化对森林的影响,都遇到了一个相同的问题,即根据哪个全球气候模型预测的结果最为可靠,这个问题至今仍无法回答,由于这些预测是基于模型完成的、模型的不准确性,对于预测结果必将产生很大影响,据专家推测,这些模型的不准确性,在5—10年内不会有明显地改变。

3.2 本预测是建立在如果气候发生变化,树种分布将随其后发生变化,以保持与气候间的平衡关系基础之上的,实际上树种对气候的反应是很复杂的,许多问题还需要从生理生态、树种的生态位、演替等方面进行深入的研究,才能够得到解决。尽管如此,本预测还是提供了2030年气候变化条件下,兴安落叶松地理分布变化的尺度和方向。



# 气候变化对生态系统的影响

刘雨芳

(中山大学昆虫所, 广州 510275)

大气中二氧化碳和其它温室气体的增加可能导致全球气温上升日益引起世界的普遍关心。本文就全球变暖将对生态系统产生的影响进行了预测和分析。

1. 对森林及植被的影响: 气候是决定森林及植被分布区域的最重要的因素, 全球变暖将使所有森林及植被的潜在自然分布区发生变化, 如亚热带森林将向两极方向延伸, 在南美和非洲, 亚热带湿润森林将被热带干旱森林取代, 而冻土带将最终消失。

2. 对物种分布的影响: 随着森林植被自然分布区向两极延伸, 物种也将向高纬度和高海拔地区迁移, 以缓冲或抵消全球迅速变暖的影响。植物种群迁移的速度决定着那些依靠着植物而生存的动物种群的迁移。物种迁移的速度比它们的自然分布区的迁移慢得多。

3. 对生物多样性的影响: 全球变暖使植被、土壤和水分发生了变化, 从而改变了物种的生存环境, 使得一些物种变为脆弱种, 甚至面临灭绝的危险, 减少了生物多样性。

4. 对物质循环的影响: 全球变暖将加快水循环, 引起降水格局的改变及水分的重新分布。因而将显著影响全球的作物形势和自然生态系统的应变能力。陆地生态系统在全球碳循环中起着重要作用, 植物通过光合作用贮存碳, 通过呼吸作用与腐烂而释放碳, 全球变暖可能打破这种动态平衡, 而引起大气中二氧化碳水平的变化, 最初可能是植物净初级生产量的增加, 进而可能造成土壤的贫瘠。

5. 对人类的深刻影响: 一方面, 气候变暖虽不减少世界降雨总量, 但雨水在地理上可能重新分布, 导致农林牧业生产潜力发生改变和不协调的财富再分配, 可能引起国际的政治冲突和资源、经济的掠夺, 给人类带来深重灾难。另一方面, 全球变暖对人类健康也将产生巨大影响。除了温度升高可能诱发和加剧某些生理性或器质性的疾病外, 温度和湿度的变化会改变植物、动物、昆虫、细菌和病毒的生活区和生活周期, 由媒体传播的疾病地理分布变化, 可能显得更加明显, 其危害可能会加剧。生态系统对气候的变化特别是湿度和水分的变化是比较敏感的。保护环境、保护生态系统是一件必须由全球来共同承担的任务。

# 全球气候变暖对稻纵卷叶螟的潜在影响

张润杰 K. L. Heong I. T. Domingo\*

(中山大学昆虫研究所生物防治国家重点实验室, 广州 510275)

全球气候变暖的趋势已越来越明显, 科学家预测下个世纪全球温度可能上升  $3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。气候变暖对农作物病虫害发生、流行的潜在影响, 是当今全球变化研究中的一个重要领域。英国绿色和平组织近日发表调查报告指出, 气候变暖将给病虫害的大量繁殖滋生创造了有利条件, 从而对动物、植物和人类造成严重威胁。

水稻是世界尤其是亚洲人民的主要粮食, 水稻病虫害在气候变暖条件下的发生趋势, 是人们极其关心的问题。1992—1994 年, 在美国环境保护署的资助下, 我们在菲律宾国际水稻研究所开展了“气候变暖与稻田节肢动物群落”的研究。本文报道的是关于稻纵卷叶螟这一部分的研究结果。该虫是重要的水稻害虫之一, 广泛分布于亚洲、非洲、大洋等 29 个国家和地区, 从南纬  $24^{\circ}$  到北纬  $48^{\circ}$ , 东经  $0^{\circ}$  到西  $172^{\circ}$  都有分布。通过测定该虫的高温忍受能力、不同温度下种群的存活率和增长率, 模拟分析它的种间关系和分布, 综合评价气候变暖对它的潜在影响。结果如下:

1. 气候变暖对稻纵卷叶螟不同虫态的潜在影响: 卵、幼虫、蛹和成虫四个虫态的耐温能力是不同的, 其中幼虫和蛹对比较高的温度的忍受能力较强, 而卵则较低。当温度达  $35^{\circ}\text{C}$  时, 卵的半数死亡时间 ( $LT_{50}$ ) 仅为 69.8 小时。因此, 在气候变暖条件下, 卵的反应是最敏感的。

2. 对种群增长的潜在影响: 不同温度条件下对该虫实验种群的研究结果显示, 在  $25-33^{\circ}\text{C}$  这个范围内, 存活率高, 发育速率快, 种群增长指数较高。温度升至  $35^{\circ}\text{C}$  时, 存活率显著减少, 成虫在此温度下也不产卵。 $40^{\circ}\text{C}$  条件下, 种群不能完成从卵到成虫整个世代的发育, 表明  $35^{\circ}\text{C}$  以上的高温对该虫种群的生存繁殖有不利的影晌。

3. 对种间关系的潜在影响: 功能反应的实验结果显示, 温度超过  $33^{\circ}\text{C}$ , 寄生天敌 *C. philippinensis* 的搜索率、处理食饵的时间、对寄主的寄生率等都受到显著影响。另一方面, 两个种的  $LT_{50}$  又不同, 如卷叶螟幼虫在  $35^{\circ}\text{C}$  条件下几乎不受影响, 但 *C. philippinensis* 在此温度下半数死亡时间却是 31.2 小时。上述结果预示, 在气候变暖条件下, 稻纵卷叶螟与它的幼虫寄生天敌 *C. philippinensis* 之间的种间关系可能发生分化。

4. 对发生代数 and 越冬北界的潜在影响: 科学家目前认为, 一月份平均温度  $4^{\circ}\text{C}$  等温线是该虫的越冬北界。当温度增加  $3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ , 年有效积温显著增加, 越冬北界将北移  $1-2^{\circ}$  纬度。发生代数将增加  $1-2$  个世代。



# 气候变化对鼠类繁殖生态影响的观察

祝龙彪

(华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

60年代初(1962—1963年)与80年代末至90年代初(1989—1991年),通过逐日对上海地区气温变化与肾综合征出血热的主要媒介动物——黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)繁殖关系进行了观察。结果发现气温变化对当地黑线姬鼠的繁殖生态有着深刻影响。气候变暖导致鼠类繁殖周期和繁殖峰发生明显变化。

## 1. 寒冷期变暖:

对相隔约30年上海地区气温变化的测定,观察到1989—1991年比1962—1963年的年最低平均气温升高 $1.53^{\circ}\text{C}$ ,相对提高11.45%;年最高平均气温升高 $1.68^{\circ}\text{C}$ ,相对提高8.21%。

1989—1990年与1962—1963年相比,不仅寒冷期变暖,而且零度以下的天数亦减少。例如,1962—1963年的1月及2月的零度以下的天数分别达19天和18天,最低气温为一 $8.4^{\circ}\text{C}$ ;而1989及1990年的1月和2月零度以下天数分别只有8天和4天,两年中仅1天的最低气温达一 $6.0^{\circ}\text{C}$ 。

## 2. 气候变化对黑线姬鼠繁殖的影响:

60年代初,连续两年逐月对农田黑线姬鼠生态进行调查时,观察到该鼠在上海地区一年有两个繁殖高峰,其中又以夏末初秋期的后峰值为最高,怀孕率达90%以上。寒冷的冬季(11月下旬至翌年2月下旬)约有3个多月为“繁殖休止期”。此期共解剖730只雄性鼠,睾丸均上升体腔,附睾内无精子。解剖677只雌性鼠,性腺均停滞发育。1989年1月至1990年12月,逐月捕鼠解剖,其中共解剖雌鼠809只,发现繁殖峰呈多峰型,以春季(4—5月)繁殖峰为主。冬季黑线姬鼠照样有繁殖生育个体。1991年12月于浦东周家渡地区的城乡结合部的农田,共捕获解剖300只黑线姬鼠雌体,竟有42只孕鼠,怀孕率达14.00%。

上海地区黑线姬鼠繁殖生态发生这种变化,是否与近几十年全球性气候温暖化有关,这对当地主要鼠传疾病——肾综合征出血热有何影响,期待研究。这已成为当前出血热预防工作中一个值得重视的问题。

# 苏南丘陵地区森林碳平衡规律研究

薛建辉 阮宏华

(南京林业大学, 南京 210037)

温室效应和全球气候变化是当前国际社会和科学界共同关注的生态环境热点问题之一。森林是最重要的陆地植物生态系统, 其生物量约占整个陆地生态系统的 90%, 碳贮量达 7443 亿吨, 且森林土壤中碳贮量约为该值的 2—3 倍。森林通过光合作用固定大气中  $\text{CO}_2$  合成有机物质, 成为大气  $\text{CO}_2$  的“汇”。同时, 森林枯枝落叶凋落后归还土壤, 经分解释放出  $\text{CO}_2$ ; 森林采伐后供人类利用的木材及其他林产品最终分解, 成为大气  $\text{CO}_2$  的“源”。因此, 了解森林生态系统的碳贮存量、碳积累和分解途径及速率可为评价森林在减缓温室效应中所起的作用及反馈机制提供理论依据。本文以苏南丘陵区主要森林类型为研究对象, 根据多年来对森林生物量和生产力及养分循环研究所积累的数据, 探讨不同森林生态系统碳贮存量和分布规律, 碳归还量和分解释放速率; 从而为合理调控林分结构, 最大限度地发挥森林固定  $\text{CO}_2$  能力和环境效益提供理论依据, 同时为进一步在更大空间和时间尺度上评价森林对大气  $\text{CO}_2$  平衡及温室效应的作用机制奠定基础。主要研究结果包括以下几个方面:

1. 密度为  $1667 \text{ 株} \cdot \text{ha}^{-1}$  的 11 年生火炬松林碳贮存量为  $51.8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 相当于吸收固定大气  $\text{CO}_2 190.6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  其中, 主干、枝条、叶、根系的碳贮存量分别为  $25.9$ 、 $8.1$ 、 $5.6$  和  $12.2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。森林地上部分与地下部分碳贮存量比例约为  $3:1$ 。

2. 密度为  $1225 \text{ 株} \cdot \text{ha}^{-1}$  的 38 年生栓皮栎为主的落叶阔叶林, 总碳贮量为  $97 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 约吸收大气  $\text{CO}_2 356.90 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。主干、枝条、叶、根系的碳贮存量分别为  $62.6$ 、 $13.7$ 、 $2.5$  和  $18.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。地上部分与地下部分碳贮量比例为  $4:1$ 。

3. 密度为  $1225 \text{ 株} \cdot \text{ha}^{-1}$  的 23 年生杉木林碳贮存量为  $55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 约固定大气  $\text{CO}_2 11.8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。主干、枝条、叶、根系的碳贮存量分别为  $31.5$ 、 $6.5$ 、 $6.6$  和  $10.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。地上部分与地下部分碳贮量比例约为  $4.3:1$ 。

4. 23 年生杉木林平均碳归还量为  $840 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ , 其中, 叶、枝、果实分别为  $470$ 、 $140$  和  $230 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 。36 年生栓皮栎林碳归还量为  $3680 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ , 其中, 叶、枝、果实分别为  $2210$ 、 $630$  和  $84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 。15 年生火炬松林的碳归还量  $5360 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ , 其中针叶凋落物归还量约占 95%。

5. 不同森林凋落物的腐解速率为: 杉木林  $0.25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ , 栓皮栎林  $0.864 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ , 火炬松林  $0.422 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

根据初步研究结果, 提出如下建议:

(1) 森林每年凋落物的碳贮量占林分总碳贮量的 2—8%, 林内枯枝落叶不仅对保持水土、涵养水源和提供养分具有重要意义, 同时有效地把碳贮存在土壤中, 南方丘陵区人为刮除林内枯枝落叶作为燃料消耗, 加快了  $\text{CO}_2$  释放返回大气的速率。应避免这种干扰。



(2) 森林主干部分碳贮量占林分总碳贮量的 50—60%，且随林龄增大而上升。对森林实施间伐和主伐时，主要利用主干部分作为木材移出林外，使森林碳贮存量下降。森林间伐可促进保留木生长，提高碳积累速率，但间伐过强不利于碳积累。要正确处理好森林采伐与更新及利用与保护之间的关系，充分发挥森林的环境效益。

(3) 炼山造林通常使森林土壤中碳迅速释放出来，增加大气  $\text{CO}_2$  浓度，并引起地力衰退，应尽可能采用免耕免烧方法营造人工林。

## 未来气候变化与直径生长预测

夏 冰 贺善安 邓 飞 兰 涛

(江苏省中国科学院植物研究所，南京 210014)

树木年轮宽度可视为树木直径的年生长量，只要获得某林地内某一树种的平均年轮宽度系列和林分密度，就可转换成相应的胸高断面积，利用已有的一元材积表，推算出该林分的总材积。因此，建立树木年轮宽度与气候变量的统计模型，可用于推测未来气候变化对树木生长的影响。为此，我们应用树木年轮分析法初步分析研究了浙江西天目山 3 种主要针叶树在林地范围内直径生长与气候变量的关系。

取样林地处于西天目山老殿南坡附近，取样的柳杉、金钱松和黄山松均属冠层树种且树龄均大于 100 年。用生长锥在树木胸高处钻取芯样，每株钻取 2 个。共得有效芯样：柳杉 19 株，金钱松 19 株，黄山松 18 株。取回的芯样经砂纸打磨至光滑，经交叉定年，确定出各个年轮形成的准确年代，测定各芯样的年轮宽度（精度为 0.01mm）。分别对所有芯样提取趋势项和生长指数（即年轮宽度指数），计算出各树种的平均生长指数，平均趋势和平均直径生长量，并截取各树种 1956—1990 年（共 35 年）的平均生长指数、平均生长趋势及 1 年前期生长，与相应年代的 13 个气候变量一起建立统计模型。方法是先用生长指数与各气候变量建立逐步回归方程，再把逐步回归方程换算为直径生长量与气候变量的估计方程，代入设定的未来气候条件（与过去 35 年观测记录的气候比较而言）预测其对这 3 个树种直径生长的影响。

结果表明，影响柳杉生长指数的主要气候因素是夏季平均气温（ $\alpha=0.00$ ）和春季降水量（ $\alpha=0.07$ ，负效应）；影响金钱松生长指数的主要气候因素是夏季降水量（ $\alpha=0.01$ ）、秋季降水量（ $\alpha=0.03$ ，负效应）和春季平均气温（ $\alpha=0.06$ ）；影响黄山松生长指数的主要气候因素是夏季平均气温（ $\alpha=0.00$ ）、秋季降水量（ $\alpha=0.02$ ，负效应）及 2、3 月份的极端最低气温。获得的直径生长量估计方程的估计结果与实测直径生长量吻合较好，两者间的平均标准误差分别是：柳杉 0.071mm；金钱松 0.056mm；黄山松 0.091mm。以此估计方程做的预测表明，未来气候变暖，尤其是树木生长季节的气候变暖以及由于气温升高导致的降水量变化，将不同程度地促进这 3 个树种的直径生长。对柳杉而言，未来夏季平均气温增高 1℃、2℃ 和 3℃，如果春季降水量不变，其直径生长量（mm/年）将分别增加 3.2%，

6.3%和11.1%；如果春季降水量增加10%的话，直径生长量增加的百分率略有减少；如果春季降水量变为减少10%，直径生长量又略有上升。对于金钱松，如果春季平均气温升高1℃、2℃、3℃，夏季和秋季降水量不变，则其直径生长量将分别增加3.7%、5.6%和7.4%；如果夏、秋季降水量也变化，将显著影响其直径生长量。对黄山松而言，如果夏季平均气温增加1℃、2℃、3℃，而降水量不变的话，其直径生长量将分别增加3.5%、7.1%和11.8%；如果秋季降水量增加，生长量将减少；反之；秋季降水减少则生长量增加。

## 全球变化的中国气候—植被关系研究

周广胜 张新时

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

地球大气中CO<sub>2</sub>浓度倍增及全球变化对人类及生物赖以生存的环境和生态系统的影响已经引起了各国政府、科学界及公众的强烈关注。如何保护全球生态平衡使人类既能满足经济发展的需要，又能促进环境、经济与社会的发展成为现代生态学的研究主题。气候—植被关系是全球变化与陆地生态系统研究中非常重要的内容之一。气候—植被关系的研究对于认识自然地理带的规律性，宏观地确定地带性景观的生产潜力、植物净第一性生产力的区域分布和全球分布，以及正确地评估与预测全球变化的影响，科学合理地利用气候资源，最大限度地提高植物的产量，以及制定全球变化的对策具有重要的理论和现实意义。本文从区域尺度对气候—植被关系的两个重要研究内容—自然植被的净第一性生产力及气候—植被分类进行了深入的研究。

根据地球表面的两个众所公认的平衡方程：水量平衡方程和热量平衡方程，从能量与水分对蒸发影响的物理过程出发，对热量水分平衡关系进行了探讨，首次推导出了联系能量平衡方程和水量平衡方程的实际蒸散模式：

$$E = \frac{r \cdot R_n (r^2 + R_n^2 + r \cdot R_n)}{(r + R_n) \cdot (r^2 + R_n^2)}$$

在此基础上根据植物的生理生态学特点建立了联系植物生理生态学特点和水热平衡关系的植物的净第一性生产力模型：

$$MPP = RDI \cdot \frac{rR_n (r^2 + R_n^2 + rR_n)}{(R_n + r) (R_n^2 + r^2)} \cdot \text{Exp} (-\sqrt{9.87 + 6.25 \cdot RDI})$$

该模型优于目前国际上流行的植被净第一性生产力模型—Chikugo模型，特别是在干旱半干旱地区。根据该模型对中国自然植被的净第一性生产力进行了分析，结果表明：中国自然植被的净第一性生产力的分布趋势是东南沿海最高，依次向西北内陆递减，直至西北沙漠荒漠区最小。自然植被的净第一性生产力在森林地带由北向南递增显著，由寒温带针叶林地带的4.9t·DM/ha·yr增加至热带雨林、季雨林地带的13.0—19.1t DM/ha·yr。同时，根据若干大气环流模型(GCM)对二氧化碳浓度倍增后的中国大陆的气温和降水变化的预测结果：年均气温增加2℃和4℃，年降水量增加20%情况下的自然植被的净第一性



生产力进行了模拟仿真,结果表明:我国自然植被净第一性生产力均有不同程度的增加,湿润地区增加幅度较大,而在干旱及半干旱地区增加幅度较小。这说明限制我国自然植被净第一性生产力的主要原因在于水分供应不足。

气候—植被分类必须强调气候因子的综合影响。一般的气候观测缺乏在生物学上具有重要与综合的作用,尽管用 Thornthwaite 和 Penman 方法计算的潜在蒸散在一定程度上反应了区域的热量程度,但是小蒸发面的能量不能完全反应某一区域的能量水平,而区域潜在蒸散发包括从所有表面的蒸发与植物蒸腾,并涉及到决定植被分布的的两大要素:温度和降水。因此,区域潜在蒸散发具有作为植被—气候相关分析与分类的综合气候指标的功能。作者首次根据区域潜在蒸散对气候—植被分类的热量与水分指标进行了初步探讨,提出了进行热量和水分划分的指标:热量指数(TI)和区域湿润指数(RMI),据此对中国气候—植被分类进行了初步的定量研究。

## 中国植被气候关系模式识别研究

李迪强 孙成永 张新时

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

植被与气候关系的研究是进行全球变化对陆地生态系统影响研究的基础,植被与气候关系是植物生态学的中心问题之一,包括三个方面的问题:①在什么时空尺度上研究它们之间关系,②哪些气候因子导致了植被的分化,③其数量关系如何。为了研究中国植被与气候关系,首先提出了植被的多维气候生态位概念,将植被看成是生活于多维气候空间内的生态位中,采用模式识别方法,从如何寻找反映植被分类的气候变量入手,试图建立中国植被气候分类系统,预测中国生态系统对全球变化的反应。

1. 中国潜在植被分类系统的提出:在分析中国植被生态功能、外貌及其气候控制的基础上,提出了中国潜在植被的分类方案,将中国植被分为 18 类:寒温带针叶林,温带针阔叶混交林,暖温带落叶阔叶林,亚热带落叶常绿阔叶混交林,典型亚热带常绿阔叶林,南亚热带季风常绿阔叶林,热带雨林季雨林,西部亚热带北部半湿润常绿阔叶林,西部亚热带南部常绿阔叶林,山地半常绿雨林季雨林,森林草原,典型草原,荒漠草原,温带灌木半灌木荒漠,暖温带极干旱荒漠,高寒灌丛草甸,高寒草原,温性草原,高寒荒漠。

2. 水分平衡指标的计算及其对中国植被的区分性:根据 Thornthwaite 潜在蒸发的计算方法,考虑到不同质地土壤的水分特征,得到各季节性生长季水分平衡指标包括实际蒸散、水分亏缺、干燥度指数。分析表明,所在水分平衡气候指标对中国植被的判别正确率为 73.3%。

3. 不同水分平衡指标的筛选:主成分分析表明,前 3 主成分反映了 90% 的方差。前 3 主成分三维空间内,可将水分平衡指标分成三类,一是生长季节实际蒸散和夏季实际蒸散,二是各季水分亏缺和生长季干燥度指数。三是冬、春季水分平衡等。各种指标的典范判别

分析表明：第一个判别函数主要与生长季和夏季蒸散相关，第二个与干燥度及水分亏缺相关。再进一步逐步判别分析表明，生长季水分亏缺，水分蒸散及生长季干燥度指数判别力最高的指数。用这三个指标与国际著名的8种植被气候分类系统比较，卡方检验表明显著高于其它8个分类系统。

4. 中国植被气候分类系统的提出：基于前面选择的指标，典型判别分析而确定的判别函数模型表明，正确判别率为66.8%，根据多段线性判别方法而确定的决策树模型，生长季实际蒸散和水分亏缺及生长季干燥度的多段线性判别模型的预测结果82.5%的与潜在植被类型相符。

5. 生态信息系统空间分析：用RIS建立的数据库将上述模型运行，对中国植被的符合率用K检验表明 $K=0.78$ ，表明能很好地符合。

6. 全球变化对中国植被影响的预测：利用该模型，利用GCM的预测结果，取 $CO_2$ 加倍情况下，温度增加1.5—4.5度，雨量增加10%，对中国植被的判别模型表明，中国实际蒸散增加，干燥度增加。受其影响寒温带针叶林几乎全部被针阔叶混交林所替代，中国暖温带落叶林阔叶林可能出现草原化。亚热带，热带森林北移。典型草原、荒漠草原荒漠化，青藏高原高寒植被温性化，温性草原荒漠化。

## 河北小五台山表土花粉与现代植被的定量关系研究

于澎湃 刘鸿雁 崔海亭 王红亚

(北京大学城市与环境学系，北京 100871)

探讨表土花粉与现代植被的定量关系对于应用沉积物中孢粉组合恢复古植被与古气候具有非常重要的意义。本研究以河北小五台山为例，运用地统计学方法分析主要树种花粉的空间传播规律，为准确恢复古植被提供依据。

1. 小五台山植被概况：小五台山位于河北省蔚县，海拔2880米，山体较陡，植被垂直分异明显。

2. 表土花粉与现代植被关系的定性分析：

2.1 采样方法：

野外植被调查采用样方法，海拔高度间隔50米作一样方。乔木群落样方面积为 $10 \times 10$ 平米，灌木群落样方面积为 $4 \times 4$ 平方米。

表土花粉样品在样方内梅花型布点采集，即在样方四角和中心各取一块样，混合均匀后分成两块，以备检验。

2.2 表土花粉与植被垂直分布规律比较：

对比垂直带的花粉与植被得出：

(1) 百分比的花粉图谱基本上反映了暖温带山地植被带的特点。乔木林带的乔木花粉含量均占60%以上。



- (2) 在总的花粉产量中, 相当数量的花粉是原地降落的。
- (3) 蒿藜的花粉在各带均有出现, 百分含量均较高。
- (4) 在植被与花粉谱之间仍存在差别。
- (5) 百分比的花粉谱基本上反映了植被特征, 但不能准确表现植物在植被中的数量关系。

### 3. 应用地统计学方法研究花粉传播规律

在利用孢粉学手段研究环境变迁时经常为植物花粉的含量超过多少表示有该种植物出现而困惑, 前人(李文漪、孙湘君等)对此作过许多探讨, 得出的结果是经验性数据。本文应用地统计学定量计算植物出现的花粉的临界值。

传统的统计学方法要求各个样品之间彼此独立, 互不相关。然而, 事实上各样品中花粉的含量是彼此相关的, 因而引进地统计学方法来研究花粉与植物的关系。地统计学的核心参数是变差函数  $r(h)$ , 用  $r(h)$  的变化来研究变量之间的关系。

对于每种植物花粉有:

$$r(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

其中  $z(x_i)$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 表示第  $X$  种花粉在第  $i$  个样品内百分含量,  $h$  为样方间距,  $z(x+h)$  表示第  $x$  种花粉在与第  $i$  个样品空间间距为  $h$  的样品中的百分含量,  $n(h)$  为间隔  $h$  的样品队数。

计算每种花粉在不同  $h$  下的  $r(h)$ , 绘出  $r(h) - h$  图, 求出变程  $a$  及基台值  $c$ 。变程  $a$  表示该种植物花粉传播距离范围, 即某样品离开该种花粉源的距离超过  $a$  时不再受其影响。基台值  $c$  表示当该种花粉含量超过  $c$  时, 表示有该种植物的影响, 即附近有该种植物分布。特别是利用沉积物中花粉恢复古环境时, 当花粉含量超过  $c$  时, 可以判定有该种植物分布。

基台值  $c$  和变程  $a$  与植物本身的性质及环境密切相关, 不同植物的基台值  $c$  和变程  $a$  差别很大, 不同地区有不同的表现形式。本文计算了松 (*pinus*)、云杉 (*Picea*)、桦 (*Betula*) 的基台值  $c$  和变程  $a$ 。(具体数值略)

## 青藏高原植被垂直带对全球变化的响应

张 捷 刘春迎 张新时

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

工业革命以来, 由于人类活动导致大气中  $CO_2$  及其它温室气体的增加所产生的“温室效应”引起人类生存环境的巨大改变。预计下世纪中叶, 大气中  $CO_2$  浓度将比现在增加一倍, 气温增加  $3.5-5.2^\circ C$ , 降水减少或基本不变, 青藏高原对气候变化具有超前性和敏感性, 微小的气候变化就可导致植被地带性(水平地带和垂直地带)的巨大变迁。青藏高原

作为全球变化的先兆区或预警区,具有重要的监测和研究意义。

CO<sub>2</sub> 加倍条件下,温度、降水的可能组合为温度上升 4℃、降水增加或减少 10%。由于垂直带降水资料不全,因此主要考虑温度的变化。根据各地区温度垂直递减率,依照植被垂直带分布现状,作出全球变化后各山地植被垂直带分布状况。

喜马拉雅山南翼温度垂直递减率为 0.58℃/100m,全球变化后各带上升 690 米;喜山北翼和冈底斯山南翼温度垂直递减率为 0.65℃/100m,变化后各带上升 620 米;冈底斯山北翼温度垂直递减率为 0.55℃/100m,变化后各带上升 730 米;可可西里山温度垂直递减率为 0.4℃/100m,变化后各带上升 1000 米,由山地灌草丛或灌木草原取代了高山草原和冰雪带;东昆仑山木孜塔格峰南翼温度垂直递减率为 0.4℃/100m 变化后各带上升 1000 米,其北翼温度垂直递减率为 0.71℃/100m,变化后各带上升 560 米,基带由高山草原变为山地灌草丛或灌木草原;阿尔金山南翼温度垂直递减率为 0.71℃/100m,变化后各带上升 560 米,其北翼温度垂直递减率为 0.67℃/100m,变化后各带上升 600 米。整体来看,CO<sub>2</sub> 倍增后,山地植被垂直带上升 560—1000 米,雪线也随之上升,在某些地区甚至消失。植被垂直带有向荒漠化发展的趋势。

## 植物个体对全球气候变化响应模式的初步研究

喻 梅

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

本世纪以来,由于自然排放和人工排放的影响,大气中 CO<sub>2</sub> 浓度从工业革命前的 280ppm 迅速增至 350ppm。目前年增量已达 1~1.5ppm。据预测,到下世纪中叶,CO<sub>2</sub> 浓度可能倍增,并带来一系列气候变化。研究与预测全球变化对生态环境的影响,为采取对应策略提出理论依据正成为生态学研究的核心和长远目标。全球变化中的一个关键课题是气候—植被关系的研究。植被对于全球变化的响应反映在从微观到宏观的不同尺度、不同层次上。其中,叶片或个体水平的响应反映了宏观响应所隐含的微观生物学机制,是更高层次研究的基础。BAZZAZ (1990) 指出,对植被响应的预测需要详细地了解个体响应机制。CO<sub>2</sub> 倍增既对植物生长中的光合、呼吸、蒸腾等重要生理过程产生直接影响;又会因其所引起的气候变化对植物生长产生间接影响。而在实际中,进行 CO<sub>2</sub> 和气候变化共同作用下的实验较困难。使用模拟模型是一条行之有效的途径。

本文提出了基于生理学机制,集植物生长模式和气候模式于一体的个体动态预测模型。其中,气候模式的根据是北京地区近 30 年气象资料,主要考虑气温、降水、太阳辐射、相对湿度、风速、云量等气象因子,利用随机模拟建立随机型气候发生器。并结合 GCM 输出结果,产生未来气候变化下的天气序列;生长模式包括叶片模型和个体同化物分配模型。叶片模型具体可分为光合作用、呼吸作用、蒸腾作用三个子模型。模型的基本假设为:土壤养分适宜,基本没有病虫害及特殊自然灾害的影响,植物生长仅受光照、温度、降水、



[CO<sub>2</sub>]、相对湿度、风速等环境因素影响。模型输出为：单位叶面积的光合速率、呼吸速率、蒸腾速率与上述环境量间的关系。时间间隔采用小时。光合作用模型中仅考虑光合速率  $P$  与投射在叶表面上的太阳辐射  $I$ 、[CO<sub>2</sub>]  $C$ 、气温  $T$ 、土壤水分等环境因子有关。风速等忽略不计。呼吸作用模型分为光呼吸  $RI$  和暗呼吸  $Rd$ 。 $RI$  仅与  $I$ 、 $T$ 、[CO<sub>2</sub>] 有关， $Rd$  分为维持呼吸  $Rm$ 、生长呼吸  $Rg$ 。 $Rm$  与  $T$  [CO<sub>2</sub>] 有关， $Rg$  与  $T$ 、[CO<sub>2</sub>]、 $P$  有关。蒸腾作用模型中蒸腾速率  $Es$  与太阳辐射、表面空气阻力（受风速影响）、气温、相对湿度、叶片含水量有关。个体同化物模型输入叶片模型的光合速率、呼吸速率对  $I$ 、[CO<sub>2</sub>]、 $T$ 、土壤水分等的函数；个体叶片的配置（叶面积指数、总地面积）；以及个体顶端的环境量。模型输出为个体的总光合速率（除去光呼吸）与顶部环境量间关系及个体根、茎、叶生物量随环境量的动态变化。时间间隔取天。

## 中国东北样带对全球变化响应的空间仿真

高 琼

（中国科学院植物研究所，北京 100044）

本研究运用过程模型和空间仿真方法，对我国东北部 GCTE（全球变化和陆地生态系统）样带（Transect）的绿色生物量动态进行了模拟。NECT（North East China Transect）的空间范围为北纬 42 至 46 度，东经 108 至 132 度。模型以 12 种植被类型（落叶松林、针阔混交林、落叶阔叶林、疏林和灌木、贝加尔针茅草原、羊草草原、大针茅草原、荒漠草原、湿地和盐生草甸、沙地锦鸡儿、一熟作物、两熟作物）的绿色和非绿色生物量及两层土壤水分为系统的状态变量。模型中考虑了降水和气温增加对日照百分率、相对湿度、净光合有效辐射、蒸散的影响。植物生长与二氧化碳浓度、辐射、气温和收获利用的关系以及植物生长和土壤水分之间的相互作用。根据文献中的有关实验结果，模型假设 CO<sub>2</sub> 浓度加倍以后，各种植被类型的平均相对增长率增加 10%。模拟绿色生物量被转换成归一化差异植被指数 NDVI。运用 1986 年至 1990 年观测到的月平均 NDVI 来确定模型的 36 个参数。模型与观测比较的结果初步说明了模型的有效性。

全球变化的仿真使用了 3 个输入驱动变量：大气平均二氧化碳浓度、月平均降水和月平均气温。每个输入变量取两个水平：CO<sub>2</sub> 浓度用当前浓度和未来加倍浓度，气温用当前月平均气温（1986 至 1990 平均值）和在当前月平均温度增加 2℃ 的未来月平均气温。降水用当前月平均降水和在当前月均降水的基础上增加 10% 的未来月均降水。共计 8 种模拟组合。模拟时间为 30 年。三个输入变量在 30 年中以与时间成比例关系从当前水平逐渐增加至上述未来水平。模拟结果说明，一般而言，在输入变量的取值范围内，气温上升的导致蒸散增加，土壤水分下降的负作用远大于降水增加而导致的土壤水分上升的正向作用。温度增加 2℃ 而其它输入变量保持当前状态时，全样带区域内的绿色生物量在 30 年内下降 25%。在当前气候条件下，在 30 年内 CO<sub>2</sub> 加倍的直接效应将导致全样带平均绿色生物量增

加30%。与上述效应相比较,降水增加10%,而温度和CO<sub>2</sub>浓度维持当前状态时,全样带平均绿色生物量在30年内仅增加3%。模拟加倍CO<sub>2</sub>浓度、10%降水增量和2℃温度增量的综合作用给出全样带的总绿色生物量在30年内增加大约8%。

## 温室效应与山西林业发展对策

刘春辉 马 军\*

(山西林勘院,太原 030012)

目前,国内外对全球温室效应宏观变化研究较多,而对区域性气候变化及其对策研究至今未见报道。实际上,温室效应引起的气候变化因地而异,本文就山西省近40年来的气候变化及其对林业发展的影响进行分析,并提出可行性对策。

### 1. 山西气候变化

①1951—1990年气候变化。选取山西有代表性的40个气象站点资料进行统计,结果表明:由于燃煤造成的大气污染,使80年代较50年代日照时数降低了200—400个小时,气温变化呈现春、秋、冬变暖,夏季变凉,平均气温上升0.4—0.9℃,平均增高了6.6%;降水量减少42.5—84.8mm,平均减少8.4%,夏、秋两季明显,中南部最甚;大风日数和蒸发量明显减少,特别是春季减少明显,这有利于改善下垫面干湿状况对减缓春旱有利。②未来气候变化。根据上述分析进行预测,下一个50年,可能每10年上升0.3—0.4℃,这将是一种比过去已发生的且被证实的温度变化趋势更快的变化,如按日前的增温趋势计算,到2040年山西省的气温将上升0.9—2.0℃,干暖化趋势加重。

### 2. 温室效应对森林生态系统的潜在影响

预计下一个50年(1990年—2040年)干暖化趋势加剧,这将对森林及其生态系统产生巨大影响。①大气中CO<sub>2</sub>浓度的增加直接影响树木的生理活动和生化反应。可以促使C<sub>3</sub>植物的光合作用效率提高34±6%,C<sub>4</sub>植物提高14±11%。山西地处温带,多数树木是C<sub>3</sub>途径,因此可以竞争过草类等C<sub>4</sub>植物。另外还促使树木在从未生长过的半干旱地区生长。②气候变化的长期影响可以导致植物群落分布与组成的完全改变引起植物地理分布范围的大移动,据估算,温度每升高一度,植物分布区可北移100—160米,海拔分布线上升100米。③气候变化将改变竞争结果,使自然生态系统变得不稳定。④病虫害、火灾的发生与气候密切相关。气候变暖会使大多数树木变得更易感染,森林火灾的发生频率增大,火灾面积增加。

### 3. 山西省林业发展对策

①育种:要有意识地定向培育出能适应不同气候条件和具有较高二氧化碳吸收率的速生短轮伐斯的新品种。②造林:采取各种抗旱造林措施,选择能经受住气候变化的树种,提

\* 山西林管局,太原 030012



倡多植混交林。③采伐：山西省是一个少林省，应尽量减少人为对森林资源的滥用和破坏，采取持续的土地利用方式。④加大防护林的比重。⑤在山西省从南到北建立 10 个自然保护区和 40 个森林公园。⑥加强队伍建设，采用先进技术，搞好病虫害防治和护林防火。⑦加强研究气候变化与森林动态关系，建立气候、立地、树种等信息库，以及气候变化、树种分布、森林生产力等模型，来预测温室效应对森林的影响。

## 全球变暖对生态系统的影响及对策

高本莲

(河南农业大学, 郑州 450002)

从上世纪末以来, 气候日趋变暖, 到 1994 年气温约上升  $0.7^{\circ}\text{C}$ , 到 80 年代, 上升迹象更为明显, 1988 年全球平均气温比 1949~1979 年增高  $0.34^{\circ}\text{C}$ 。如此下去, 到 2030 年, 地球平均气温可能增加  $1.5\sim 4.5^{\circ}\text{C}$ , 欧洲和北美将升高  $4^{\circ}\text{C}$ , 非洲撒哈拉地区将升高  $5^{\circ}\text{C}$ 。全球气候变暖将给地球造成严重的后果。因此, 与臭氧层破坏、酸雨一样, 气候变暖已成为当今全球最为严峻的环境问题之一, 引起了世界各国政府和人民的极大关注。

全球变暖的原因主要是由于人类的活动特别是工业化发展大量使用矿物能源以及森林面积的锐减等, 造成大气中二氧化碳和一些微量气体增加, 形成“温室效应”而造成的。

气候变暖将对全球的生态系统产生巨大影响。主要包括: ①气候变暖将会影响水资源的分配, 改变正常的降水分布规律, 使一些地区奇旱酷暑, 而另一些地区则暴雨成灾, 加速土壤的贫瘠和沙漠化。在我国, 80 年代的全国平均年降水量比 50 年代减少约 30mm, 除西北的部分地区外, 大部分地区降水减少, 特别是华北、西南、长江下游、东北和西北大部分地区更为突出; ②气候变暖, 低纬度地区可能加剧热害趋势, 中纬度地区冬季气温升高。在我国, 80 年代的冬季全国平均气温比前 30 年的冬季平均气温高出约  $0.5^{\circ}\text{C}$ , 除西南地区变冷外, 其余地区均呈变暖趋势。北方冬季气候变暖, 病虫害越冬存活率高, 将导致北方农作物和森林病虫害大面积流行。另外, 冬季变暖不利于小麦越冬; ③极地温度升高, 将使南北极储存的大量冰雪融化, 海平面上升, 一些人口密集、工业发达的沿海城市将被淹没而不复存在。我国海平面上升将危及从辽宁至海南岛的所有海滨地带, 华北平原和长江三角洲可能是主要受害地区。另外, 海平面上升, 会给沿海一些地区带来洪水泛滥, 海水倒灌, 盐渍化土地范围扩大, 海岸侵蚀加剧等环境灾难, 致使土质恶化; ④温度的上升, 使许多动植物无法适应温度的变化而灭绝, 这种物种多样性的激烈减少, 对全球生态系统的影响, 比温室效应所带来的社会后果和政治后果更加难以估量。

全球变暖对环境的影响在许多方面是消极的, 但人类有能力积极地影响环境, 改善和治理环境。其主要对策是: ①改变以煤炭为主的能源结构, 减少二氧化碳的排放量, 开发利用太阳能、水能、风能、核能、地热能和潮汐能等无污染能源, 降低煤炭等矿物燃料在能源消费中的比重; ②保护森林, 大力植树造林, 发挥森林生态环境对大气中二氧化碳的

吸收作用。森林有高大的植物体和强大的同化面积,不仅能吸收二氧化碳,而且还能提高空气湿度,降低夏季气温,对缓和气候变暖起着重要的作用。我国目前约有宜林荒山荒地  $1.16 \times 10^8 \text{ha}$ , 扩大森林覆盖率还大有潜力可挖; ③在土地面积受到限制、扩大森林已无潜力的情况下,可转向集约经营现有森林和经营混农林业,最大限度地利用空间和时间,扩大绿色植被; ④开发“人工光合作用”技术,模仿绿色植物吸收二氧化碳产生氧气和淀粉的原理,采用光照使二氧化碳转化成甲醇,或先提取空气中的二氧化碳,用电化学方法把二氧化碳变成一氧化碳,再循环转化成甲醇。上述措施,有助于降低空气中二氧化碳的浓度,缓解气候变暖的趋势。

## 样带研究进展

王 权 李迪强 张新时

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

样带 (transect) 是沿着一个全球变化主要驱动因素 (T.P, 土地利用强度等) 的梯度上的一系列研究站点所构成, 被认为是研究全球变化与陆地生态系统关系的最有效的途径之一。因为样带可以作为分散的站点与一定空间区域之间的桥梁以及不同尺度时空模型之间耦合与转换的媒介, 并且由于其站点沿生态梯度的安排, 可以促进陆地生态系统对环境变化的响应机制的了解。

样带研究一般包括以下内容: 生物地球化学过程变化; 各生态系统能量交换; 植被结构与动态; 生物多样性的变化; 气候——植被关系; 土地利用性质与格局; 发展与测试不同尺度的模型及其耦合与尺度转换; 遥感资料的检验。

### 1. 国外样带研究

样带研究被确定为 GCTE 与 PAGES 的重要的方法, 1993 年在美国 Marshfell CA 召开的国际 GCTE 样带字会议上, 提出数十条样带, 其中确定为 IGBP 样带的有四条: SALT, NATT, NIPHYS, NECT。

#### 1.1 SALT 样带研究

#### 1.2 OTTER 研究

### 2. 中国样带的设置

张新时先生提出的 NECT 已列入 IGBP 的样带。在 1894 年 PAGES 上, 刘东生先生创设 PEP-Ⅰ 剖面, 在此基础上, 张新时先生又提出另外的两条样带, 一条径向, 沿中国东部 ( $110-128^\circ\text{E}$ ) 由北向南设置; 另一条是纬向的, 由西向东横交陆北部 ( $40^\circ\text{N}$ )。

#### 2.1 CENT1 东部森林样带

#### 2.2 CENT2 温带荒漠——草原——森林样带

### 3. 中国样带研究设想

NECT 样带研究已取得初步进展。



模型是生态系统研究的总结,同时又是下一个研究的开始,在这一意义上模型起着承前启后的作用。生态模型中自下而上的斑块机理性模型和由上到下的统计性模型已经取得极大的成果。然而,对应一定操作层次的景观模型却是一个薄弱的环节, Noymeir 最新注意到景观的水平过程(风、水、土等流动)导致水分和养分重新分布对区域水平的总产量将产生净效应。景观层次的模型建立,应成为中国样带研究的主要内容,主要设想如下。

3.1 确定样带中的不同景观类型,景观在自然意义上有较特定的范围,确定每一 Site 有特殊的景观结构,以及由此决定的功能。

3.2 确定不同景观类型的 BGC 特征,选择适用不同类型的机理性模型,可以从 Patch 机理性模型着手,加上景观水平过程的影响,设计所需景观过程的生理生态参数。

3.3 确定每一景观结构所对应的景观过程生理生态参数,即进行类似的 PFTs 的 LFTs (Land Function Types) 的研究,从景观结构推出所需参数。

3.4 研究用遥感手段获取资料的可能性,修改模型,最终应得到主要以遥感数据为变量的景观层次的模型。

## 青藏高原生物群区对全球变化响应的模拟

张新时 杨莫安 周广胜 刘春迎

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

大气中  $\text{CO}_2$  与其它温室气体浓度的升高将导致全球气候变暖。青藏高原是对全球气候变化最为敏感的地区,其植被及其它自然现象对全球变化将有较强烈的响应。通过研究分析,本文将对青藏高原植被在全球变化条件下的变化趋势提出一个模拟与预测的图景。

本文应用 Holdridge 生命地带系统对青藏高原生命地带的变化进行模拟,考虑到青藏高原植被会布格局和植被气候关系的特殊性,对该系统进行了必要的修订。模拟的结果表明:在年均温增加  $4^\circ\text{C}$  与年降水量增加 10% 的情况下:高原东南部的山地植被有明显的森林化趋势,相对面积增加 6.4%。荒漠将向东南方向扩延,相对面积增加 7.7%,其中高原山地温性荒漠是增温后的最大受益者,增加 11.4%,而冻荒漠则减少 4.9%。草原、草甸生命地带将压缩,相对面积将减少 5% 左右。其中高寒草甸几乎全部消失,大部分将转化为亚高山针叶林。山地植被垂直带将上升 560—1000 米。

本文利用联系植物生理生态学特点和水热平衡关系的植物的净第一性生产力模型,模拟青藏高原净第一生产力对全球变化的响应情况,结果表明: $\text{CO}_2$  加倍情况下,植被净第一性生产力在高原大部分地区将有不同程度的提高。

水热条件的变化将导致高原冻土分布格局的重大变化,本文采用冻结指数对全球变化后永久冻土的界线的移动情况进行模拟,结果表明:增温  $2^\circ\text{C}$ ,降水增加 10% 情况下,在水平方向上,青藏高原上永久冻土的界线将向高原腹地收缩约 100 米。在垂直方向上,高山永久冻土的下界将上移。永久冻土的相对面积将由原来的 66.6% 减少至 56.0%。

模拟结果表明：青藏高原是对全球变化最为敏感和受影响最大的地区，可作为全球变化的先兆区与预警区。

## 中国常绿阔叶林壳斗科优势种 及常见种的 HOLDRIDGE 指标分析

倪 健

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

Holdridge 的生命地带分类系统由于其指标的计算十分简便, 且与植被的对应性高而受到生态学与地理学工作者的重视和广泛采用。利用该系统的指标—生物温度 (BT)、降水量 (P) 及可能蒸散率 (PER) 分析了组成中国亚热带常绿阔叶林的主要科属成分壳斗科栲属、石栎属、青冈属及栎属的 38 个优势种及常见种分布与气候的关系, 所得计算结果较好。利用生物温度和可能蒸散率, 可将优势种及常见种划分为 5 个水热分布类群, 与实际对应较好, 并计算了优势种及常见种分布的生物温度全范围和最适范围。证明 Holdridge 生命地带分类系统指标适应于研究中国亚热带常绿阔叶林与气候的关系。

### 1. 材料和方法

#### 1.1 气象资料

气象资料取自国家气象局气象台站 1951—1980 年的记录 (北京气象中心资料室, 1984), 部分省市按当地气象记录进行了补充, 在常绿阔叶林分布区共有气象台站 306 个, 某些植物可分布至外围, 故所用气象台站为 342 个。

#### 1.2 植物分布资料

广泛收集中国亚热带常绿阔叶林壳斗科优势种及常见种的水平和垂直分布资料, 获得 38 种资料较多的常绿树种的分布范围, 包括栲属 (*Caslanopsis*) 17 种, 石栎属 (*Lithocarpus*) 6 种, 栎属 (*Quercus*) 4 种, 青冈属 (*Cyclobalanopsis*) 11 种。将每个树种的分布区范围绘制到相应的中国气象站点分布图上, 读取该分布范围内的气象站点的记录, 依此进行植物分布的气象指标的计算。

#### 1.3 气候指标的计算

Holdridge 的生命地带分类系统是以简单的气候指标—年平均生物温度 (BT)、年降水 (P)、和可能蒸散率 (PER) 来表示自然植被性质的一种图式 (Holdridge, 1967; 张新时等, 1993a、b)。生物温度、降水和可能蒸散率各以  $60^\circ$  角相交所构成的等边三角形图解来决定植被的位置, 据以确定植被类型与气候条件的数量关系和划分生命地带, 由这三个变量的梯度构成的三角形及其界限在三角形内所分割的 37 个蜂窝状的六角形小单位即是各个植物群落所代表的生命地带及其相应气候指标的组舍。

#### 1.4 热量指标范围的计算

根据半峰宽法 (洪必恭等, 1981) 计算优势种及常见种的生物温度指标范围。



## 2. 壳斗科优势种及常见种分布与气候的关系

2.1 壳斗科的常绿阔叶树种是组成我国亚热带常绿阔叶林的主要科属成分, 属尾、石栎属及青冈属皆为常绿阔叶树种, 分布范围大致相同, 主要分布在长江流域以南各省区, 青冈属中个别种可分布到秦岭南坡, 栎属分布很广, 在整个常绿阔叶林分布区都有广泛分布, 而常绿栎类则以西部高海拔区多见。它们大都在常绿阔叶林中占据优势地位。

2.2 通过计算得出了中国亚热带常绿阔叶林壳斗科 38 个优势种及常见种的 Holdridge 生命地带分类系统指标值—生物温度 BT、年降水量 P 及可能蒸散 PET、可能蒸散率 PER, 计算结果较好, 并给出了树种生物温度的全范围和最适范围。

2.3 按生物温度和可能蒸散率指标, 可将壳斗科 38 个优势种及常见种划分为 5 个水热分布类群, 与实际对应较好。

2.4 Holdridge 的生命地带分类系统以其简明与对植被类型良好的对应性而在世界范围内得到生态学家和地理学家的广泛采用。亦适应于研究中国亚热带常绿阔叶林与气候的关系。

2.5 本文只考虑了中国亚热带常绿阔叶林壳斗科优势种及常见种分布与现状气候的关系, 而未考虑未来全球气候变化后它们之间的相关性, 这有待于进一步的探索和研究。

# CO<sub>2</sub> 倍增下植物生态生理模型的研究

项 斌 林舜华 高雷明

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

大量证据表明, CO<sub>2</sub> 作为重要的温室气体将在下个世纪中叶, 其浓度将达到目前的两倍, 即 700PPM。植物是一个复杂的系统, 存在着复杂多样的反馈调节机制。CO<sub>2</sub> 浓度的增加将在细胞水平的酶促反应, 电子传递等过程, 到单叶水平的光合作用、呼吸作用、蒸腾作用等气体交换过程, 乃至整株水平表现出来的生长、同化物分配过程, 对植物产生一系列的影响, 并通过叶片的表现光合作用、蒸腾作用、叶面积等指标反映出来。要更好的了解这些过程的变化, 并期望预测未来气候条件下植物的响应, 有必要建立机制性或者半机制性的植物生理生态模型。

本文拟采用国际上广泛使用的 Farquhar & Caemmerer 光合作用模型, 结合气孔导度的经验模型和蒸腾作用方程。根据对紫花苜蓿生理生态特性的研究, 我们确定限制其光合作用和气孔导度的主要因子分别为光合作用有效辐射 (PPFD)、湿度 (RH), 故对方程作适当修改和简化, 建立一个简单的叶片生理生态模型:

$$A = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot O}{\tau \cdot C_i} \right) \cdot \frac{C_i}{4 (C_i + O/\tau) (1 + \alpha^2 \cdot I^2/J_{\max}^2)^{1/2}} - R_d \quad (1)$$

$$G_s = G_{s_{\max}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{1 + 100 \cdot e^{-b_1 \cdot (100 - RH)}} \right) \quad (2)$$

运用上述模型的 (1)、(2) 式对紫花苜蓿花蕾期和种熟期的光合作用、气孔导度、胞

间  $\text{CO}_2$  等生理指标的实测数据进行曲线拟合, 结果发现对照组与倍增组的模型主要拟合参数有如下差异:

$$1) \alpha_{375} < \alpha_{700}, J_{\max 375} < J_{\max 700}$$

$$\alpha_{375} = 0.2079; J_{\max 375} = 264.31 (\mu\text{mol electrons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$\alpha_{694} = 0.2541, J_{\max 694} = 302.96 (\mu\text{mol electrons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$2) G_{s \max 375} > G_{s \max 694}$$

$$G_{s \max 375} = 1726.7 (\text{mmol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}) \quad G_{s \max 694} = 1590.7 (\text{mmol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

可见, 在  $\text{CO}_2$  倍增的条件下, 最大光能转化效率  $\alpha$  和光饱和时的电子传递效率  $J_{\max}$  提高了, 这说明在  $\text{CO}_2$  倍增的条件下, 紫花苜蓿叶片同化组织细胞内部的光能转换、电子传递、酶促反应等一系列微观过程加快了。这一结果与微观生化测定中发现在  $\text{CO}_2$  倍增下, 紫花苜蓿叶片的 PS II 活性和 PS II 原初光能转换率比对照提高以及 PS II 光合电子传递能力增加的现象十分吻合。

这个简单模型可预测在  $\text{CO}_2$  倍增和一组环境变量下, 紫花苜蓿叶片光合作用、气孔导度、蒸腾速率、水分利用效率的变化。如能结合野外的气象数据和有关个体、种群的更多参数, 可望建立更高层次上的模型。

## 湿地生态系在全球变化中的反熵作用与响应研究

季中淳

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130000)

当今国内外地球科学研究热点之一, 是湿地生态系在全球变化中的反熵作用与响应。这是因为, 湿地的消长将会直接或间接地影响那里的区域生态平衡、人类生存环境质量与可持续性发展。为此, 本文就有关问题探讨如下:

### 1. 湿地及其在全球环境中的反熵效应

1.1 湿地, 系指土体 (广义)、水体与生物体相互作用、耦合, 且具有过湿和生命特征的自然或亚自然 (人工) 的势能综合体。据资料, 湿地在我国约有 2500 万公顷之多。

1.2 湿地及其生态系的反熵效应, 实践表明, 湿地在全球变化中是一种有着巨大反熵功能的生态系统。所谓反熵系指抗衡熵趋势 (无序度) 的现象。湿地生态系反熵功能的存在对于维护区域生态平衡, 保存物种的多样性与持续利用有着特别重要的意义。

### 2. 湿地在全球变化中的响应

2.1 湿地在全球自然环境变化中的响应 历史时期, 全球自然环境曾有过多次冷、暖、干、湿的变化, 如气候适宜期, 新冰期, 小温暖期, 小冰期以及近代气候增暖期。湿地在此环境变化过程中也曾作出一系列的对策性响应。其中最具有代表性的有二个时期: 其一是高温高湿的气候适宜期。特点是湿地广为发育, 且遍及各地; 其二是为自小冰期以来, 气候先冷干, 后暖干性发展时期, 其特点是湿地表现为大面积的衰退。但总体来看, 变化是



和渐变的。

2.2 湿地在全球人文环境变化中的响应 据史料记载,早在我国西周时期,人类对湿地利用就已有了兴趣,但当时人口稀少,生产力低下,人类给予湿地的干扰尚不构成威胁。然而随着历史的发展,特别是近代和现代,由于人口剧增,生产力极大的提高以及人们对粮食、资源、环境需要的高速增长,湿地就成了人们重要的猎取对象之一而被大面积的开发利用,破坏和消失。与前述自然干扰后果相比,人为干扰所导致的湿衰退性响应,具有快速、突变、整体性和毁灭性的。其后果是导致区域生态平衡失稳,物种多样性丧失,且灾害频频。

### 3. 湿地生态系的可持续性发展、利用对策

综上所述,无论是自然或人文环境全球变化的系统动力学作用,特别是近一个世纪以来,由于二者对湿地负效应的一致性及其所形成的合力,负向人—地系统动力学作用下,所给予湿地的催毁是空前的,并在此过程中,人们亦饱尝到了大自然惩罚的苦果。因此,人们有必要对湿地以往的处置行为进行反省和再认识,并在总结经验教训的基础上采取相应的对策。

①强化湿地保护意识,建立新的湿地保护利用观;②以整体、协调循环、再生理论为指导,发展利用湿地;③引用已有的高新技术成果,提高湿地保护利用的技术含量、价值和效益;④融前述①②③三个方面于一体,将湿地人—地系统动力学的负向效应转化为正向效应,使之天—人合一,而有利于湿地的持续发展和利用。

## 植物的资源分配和生殖过程及种群动态对全球变化的反应,及其对预报未来植被格局的重要性

董 鸣

(中国科学院植物研究所,北京 100044)

来自世界各地的研究几乎都一致地预测,在未来 100 年内,人类的环境由于不断强化的人类活动将继续在世界范围内加速变化,包括  $\text{CO}_2$  倍增和相应的水热条件变化。人类赖以生存的再生资源和环境的重要部分——植被对全球变化的反应应使其结构发生变化,分布地带发生位移。理解并预报植被结构变化和植被地带位移不仅本身具有科学意义,而且对国民经济的布局进而对国家的基本政策制定产生深刻影响。因此,这不仅在几乎所有发达国家而且也在包括中国在内的许多发展中国家已经或正成为生态环境研究的热点之一。

植被结构改变和植被地带位移从根本上涉及在加速变化环境中植物进化适应、迁移和灭绝过程。植物种的适应、迁移和灭绝将在很大程度上取决于它在快速变化环境中的种群动态过程。而种群动态与资源分配和生殖过程密切相关。因此,资源分配和生殖过程及种群动态对全球变化的反应对于理解和预报全球变化过程植被结构变化和植被地带位移至关重要。迄今为止,关于大气  $\text{CO}_2$  浓度增加对植物的直接和间接影响研究大都涉及生化、生

理和生长；并发现非常大的种间和功能群间（如， $C_3$  和  $C_4$  植物）及生态系统间差异。然而，很少研究种群动态、资源分配和生殖过程。为数不多的研究文献指出下列初步结果：

1. 资源分配过程对全球变化的反应能调节碳、氮和其他元素在植物体内的分配及再分配，从而使小时间尺度内的净光合反应与植物在大时间尺度上的生长反应之间没有简单的必然的关系；

2. 植物生长对全球变化的反应与种群个体的生存状况，进而与植物的适合度可无必然的相关；

3. 生殖参数（如种子数、果重、花期和花茎高度等）对全球变化的反应并不必定与生长反应相关；

4. 种群内新个体补充对全球变化的反应也与生长反应无必定相关。

就我们所知，几乎没有人研究过繁殖体散布过程对全球变化的反应。

上述分析和实验生态学的研究结果说明：资源分配和生殖过程及种群动态对全球变化反应的研究无疑将对理解和预报在全球变化过程中植被结构变化和植被地带的位移作出贡献。

## 云杉 (*Sitka Spruce*) 幼树对大气 $CO_2$ 浓度 增加和氮素供给的长期反应 ——生长、生物量分配和生理生态

刘世荣

（中国林业科学研究院森林生态环境研究所，北京 100091）

云杉 [*Picea sitchensis* (Bong.)] 盆栽幼苗经连续 3 年 2 倍当前大气  $CO_2$  浓度处理后，直接移植森林土壤，在开顶式气候室继续进行连续 2 年的倍增  $CO_2$  浓度和氮素施肥的处理。增加  $CO_2$  浓度的处理由计算机控制装置模拟 2 倍自然大气  $CO_2$  浓度变化；养分处理采用目前世界公认的稳态营养供给方法 (Steady-state nutrition approach)，以排除养分作为变量参与  $CO_2$  浓度增加引起生长和生理反映。

实验结果表明：大气  $CO_2$  浓度增加诱导云杉幼树二年生针叶叶宽、叶厚、叶干重和鲜重以及叶面积显著增加，但叶长无显著变化。氮素对叶生长有促进作用，但无统计学的显著影响。 $CO_2$  浓度增加对当年生和一年生针叶无任何影响。 $CO_2$  浓度增加使受 N 素处理的幼树高和地径增加 20% 和 10%；无 N 素处理的增加 18% 和 16%。顶梢和地径的年增量也显著提高。 $CO_2$  浓度增加导致幼树生物量增加 15.6% (N 素处理) 的 20.5% (无 N 素处理)；茎、叶和根的生物量也有相似的反应。施 N 素的幼树生物量增加大于未施 N 素的。

生物量分配和功能关系比值随 N 素的有效性而产生对  $CO_2$  浓度增加不同的变化。对于 N 素处理的幼树，其地上部生物量增长 (17.4%) 大于地下部 (9.3%)；而无 N 素处理的幼树，其地上部生物量增加 (18.7%) 小于地下部分 (26.4%)。 $CO_2$  浓度增加对地上与地



下生物量比和茎叶生物量比无影响对无 N 素处理的幼树,其地上与地下生物量比增加,而且地下部生物量增加主要表现在吸收根生物量的增长。接受 N 素处理的幼树,地下生物量增加主要体现在支持根生物量的增长。这说明  $\text{CO}_2$  浓度增加对云杉生物量分配无直接影响,而是与养分相互作用后产生的。 $\text{CO}_2$  浓度增加显著地刺激生物量增长,导致树木需要养分的吸收量匹配碳的同化固定量。当土壤养分缺乏时,特别是缺氮,会使同化固定的碳向根系大量转移,显著地增加根系的生物量,尤其是吸收根的生物量。根系扩展意味着树木增大养分的吸收面积和吸收量。

$\text{CO}_2$  浓度增加后导致树木叶总面积与总生物量比 (LAR) 和叶总面积与叶生物量比 (SLA) 降低,尽管平均叶面积和叶生物量增加。这是由于  $\text{CO}_2$  浓度增加显著地提高了单位叶面积的重量。叶重量的显著增加主要是叶片中积累了大量的碳水化合物,即 C:N 显著增加。

无论那种处理和冠层位置,在  $700\mu\text{molmon}^{-1}\text{CO}_2$  浓度下测定的同化速率要高于在  $350\mu\text{molmol}^{-1}\text{CO}_2$  浓度的测定的同化速率,但是在 2 倍  $\text{CO}_2$  浓度环境下测定的同化速率较当前  $\text{CO}_2$  浓度条件下测得的同化速率低,即  $\text{CO}_2$  浓度增加导致光合作用能力下降。 $\text{CO}_2$  浓度增加导致的同化作用能力下降伴随着叶片 1.5-二磷酸核酮糖羧比和氧化酶活性 (Rubisco actioity) 降低,同时伴随叶片积累大量的碳水化合物,特别是淀粉含量显著增加。叶片 Rubisco 活性降低可能是其数量减少或活化态减弱,因为,叶片氮在  $\text{CO}_2$  浓度增加后产生再分配从 Rubisco 或光合作用组分转移分配至非光合成分,另外 Rubisco 出现部分未活化的氮。 $\text{CO}_2$  浓度增加所导致的光合作用下降被施氮肥部分地抵销。

## 酸雨对生态环境的影响

蔡昆争 骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所,广州 510642)

目前人们认为影响全球环境变坏的主要原因有三个,即酸雨,臭氧层的破坏及源于  $\text{CO}_2$  的温室效应。其中酸雨是最直接地与我们有着千丝万缕的关系。本文综述了酸雨对生态环境的危害,与人类健康的关系及世界各国预防酸雨的对策。

酸雨对植物影响的研究资料十分有限,大部分的试验结果是在可控制的实验条件下,采用人工模拟酸雨获得的。研究表明,酸雨对植物可能的影响是:可加速植物中营养物质的损失,导致营养缺乏;侵蚀叶片角质层(即破坏叶片的蜡质保护层);破坏气孔的保卫细胞,使气孔机制失灵,降低叶片的光合作用;改变细胞膜的透性,使细胞成分中毒或杀死细胞;改变叶片表面的化学物质,使根的分泌物化学组成和性质发生变化,从而改变叶际、根际微生物区系,改变植物对病原体的敏感性;干扰生殖过程,减少果实和种子的形成,降低种子生活力;对植物的花粉及叶绿素或茎叶的生长有抑制作用,从而影响作物的生长发育,降低产量等。然而大多数研究认为:酸雨 pH 为 4.0 以上时,只会对极少数敏感植物的生长

产生不利影响,而 pH 在小于 3.0 时才能对作物的叶片、生长发育、生理过程、产量形成、病虫害的感染和侵袭、生产力等产生不良的影响。

对土壤的影响:酸雨将会引起土壤性质的一系列变化,其潜在影响主要是土壤酸化,阴离子交换能力降低,营养元素的流失,重金属阳离子活化;土壤微生物数量和群落结构发生改变,使有机质的分解、硝化作用、氨化作用、反硝化作用和固氮过程减弱等,从而直接或间接毒害陆生植物和水生植物。根据土壤阳离子交换量、有无碳酸盐和洪水泛滥等,将土壤对酸雨的敏感性分为不敏感土壤(NS)、微敏感土壤(MS)和敏感土壤(SS)三类。

对水体的影响:酸雨对水体的影响极为严重,水体酸化可导致多种重金属特别是 Al 迁移到水环境中,还会使鱼类骨骼中 Ca 含量减少,成为“驼背”鱼;使水体营养成份减少,浮游生物和群落结构改变并且种类和数目减少,鱼类不能繁殖和生存,受酸雨影响的湖泊最终成为没有水生生物的死湖和水域。

酸雨还会影响动物和人类的健康,诱发疾病。美国最近研究认为恐龙灭绝与酸雨有关,历史上发生的伦敦烟雾事件也与酸雨有关,加利福尼亚的科研人员发现癌症发病率的上升与酸雨有关系,酸雨还会导致老年性痴呆。此外,酸雨对建筑、材料、雕塑、古文物、金属也有腐蚀作用。

防治酸雨的一些可能措施:通过减少燃煤和汽车尾气等排放的污染物从而减少  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  的排放,这是根本的措施;降低烟筒的高度,减少污染物高度排放,还可在烟筒内加入某些中和物质;培育抗性生物;施用石灰,可在湖泊、农田施用石灰。

随着酸雨对人类生存环境的加剧影响,这必将引起人们的进一步关注。

## 裂叶沙参种群濒危机制分析

祖元刚 张文辉 吴双秀

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室,哈尔滨 150040)

裂叶沙参的分布范围仅局限于四川省金川县,分布区狭小,不足  $5000\text{km}^2$ 。经查阅现存标本和有关文献资料表明裂叶沙参的分布范围正在缩小,时隔 40 多年,某些原来的分布区已找不到存活的植株。根据世界保护联盟(The world Conservation Union)的有关濒危种(Endangered Species)标准判定,裂叶沙参属于濒危种。根据种群动态预测,裂叶沙参种群呈缓慢衰退趋势。裂叶沙参种群产生一年生幼苗的生殖力表中预示种群动态的主要参数:内禀增长率  $r_m$  为  $-0.0002$ ,净增殖率  $R_0$  为  $0.9975$ ,种群加倍时间  $t$  为  $-2986.808$ ,周限增殖率  $\lambda$  为  $0.9998$ 。表明种群数量有缓慢衰退趋势,利用 Leslie 矩阵预测结果表明裂叶沙参种群呈微弱增长趋势,但比广布种泡沙参种群增长幅度低得多,每迭代一次,平均每一百平方米内个体数的增长率后者(2.04%)是前者(0.35%)的 5.8 倍。实际上裂叶沙参种群实际数量衰减的程度比 Leslie 矩阵预测的结果大得多。原因是裂叶沙参种群在海拔 2700m 以下地区除个别特殊生境的样地,均为衰退型,不能编制生命表进行预测。如果把



这些不能预测地段估计进去, 其种群衰减程度将会更严重。裂叶沙参种群密度在各海拔均非常低, 平均比广布种泡沙参种群密度低 5.2 倍。裂叶沙参在水分条件较好的海拔 2700—3000 米生长最适, 并在形态上有多种分化型, 不少种群年龄结构合理, 可正常繁殖。但整个横断山脉干旱河谷, 具明显干旱、湿润期的大背景限制了该种的扩展。特别是海拔 2700 米以下, 大多数种群幼苗量极少或无, 表现为典型衰退型种群。这表明裂叶沙参种群有由其分布区边缘向最适其生长的地区退缩的趋势。

分析裂叶沙参种群致濒因素, 一是其种群内部因素, 二是外界环境影响。导致裂叶沙参种群濒危的内部因素包括: ①裂叶沙参种群由种子转化为幼苗的死亡率极高, 约为 99.96%, 而泡沙参种群为 99.63%。尤其在干旱、低温条件下, 裂叶沙参种群种子的发芽率受到强烈影响, 远不如相同条件下泡沙参种群种子发芽率高。②裂叶沙参本身适应力和抗逆性差, 抗病虫害能力差, 平均感病率为 33.73%, 且不耐干旱。导致裂叶沙参种群濒危的外界因素有: ①森林过伐, 植被破坏, 环境旱化, 使本区干旱进一步加剧; 伏旱、春干频繁出现且时间延长。②频繁的地震及随处可见的泥石流、滑坡等地质因素。③动物危害, 采挖、放牧等人为破坏活动。应迅速停止人为破坏活动, 使其原有生境条件逐步恢复, 才有望不致使该种灭绝。

## 海南岛尖峰岭热带森林的 C 素库及人类活动的影响

吴仲民

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520)

森林在全球生物圈 C 平衡中的作用是十分显著的, 一方面森林的生长可从大气中吸收和固定大量的 C 素, 是大气  $\text{CO}_2$  的一个重要 C 汇, 另一方面森林的采伐利用则会排放大量的  $\text{CO}_2$ , 又可成为大气  $\text{CO}_2$  的一个重 C 源。尤其是热带森林, 被称为是: “地球之肺”, 对维持生物圈 C 平衡和调节全球气候具有举足轻重的作用。到目前为止, 关于森林在生物圈 C 平衡中的作用, 世界范围内已有几十项研究, 但至今不能得到一致的结论。我国科学家已先后对温室气体清单和中国森林 C 的平衡进行过多次计算, 但得到的结果差异甚大。原因是我国森林的生物生长量和土壤 C 排放量的估计前后不一致, 故误差较大。

海南岛尖峰岭是我国仅有的少数几块保留面积较大、保存较好的热带原始林区之一; 区内植被类型繁多, 随着海拔的升高依次分布有热带半落叶季雨林、热带常绿季雨林、热带山地雨林、热带沟谷雨林和山顶苔藓矮林等植被类型。笔者通过长期的定位研究, 初步理清了尖峰岭热带森林的 C 素库和人类活动的影响, 现简述如下:

### 1. 热带森林的 C 素库

森林的 C 素库主要是由森林植物、森林凋落物层和森林土壤中所含的 C 素所组成。据测定: 尖峰岭热带山地雨林土壤(山地黄壤)的有机 C 贮量为  $104.70 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (以 100cm 深土层计); 凋落物层的 C 素贮量为  $2.98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; 森林植物中的 C 素贮量为  $245.1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。以

上合计, 尖峰岭热带山地雨林的 C 素库为  $352.78\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。

## 2. “刀耕火种”的影响

“刀耕火种”是我国热带林区少数民族居民赖以生存的重要的耕作方式和土地利用方式之一, 不仅如此, 热带和亚热带的许多国营农、林场, 也大多采用这种方式毁林植胶、造林和开展农副业。森林植物体内和土壤中以及凋落物层的 C 素, 由于“刀耕火种”的焚烧而以  $\text{CO}_2$  的形式直接向大气排放。

据海南岛尖峰岭热带半落叶季雨林“刀耕火种”生态后果的试验研究表明(刘其汉等, 1987; 蒋有绪、卢俊培等, 1991), “刀耕火种”对土壤 C 影响可深及 60cm, 在 10cm、25cm、60cm 土层中, “刀耕火种”试验地的  $\text{CO}_2$  年平均浓度依次为  $1.70$ 、 $1.86$ 、 $3.41\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ , 相当于年平均含量  $0.095$ 、 $0.103$ 、 $0.191\%$ 。大于有林地相应各土层的平均含量  $0.074$ 、 $0.093$ 、 $0.156\%$ 。每年从“刀耕火种”试验地排放的  $\text{CO}_2$  量为  $14.483\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 比有林地多  $37.9\%$ , 如以 20cm 土层中的有机质含量计, 林地由于“刀耕火种”而向大气排放的 C 素, 相当于有机质(或有机 C)年递减  $0.8\%$ 。

## 3. 砍伐的影响

尖峰岭地区热带森林的砍伐使森林土壤中的 C 素贮量明显地下降, 而自然更新又可使土壤 C 贮量恢复。试验测定表明: 热带山地雨林原始林皆伐后, 其皆伐迹地(山地黄壤)的土壤有机 C 贮量从  $104.70\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (以 100cm 深土层计)减少到  $98.14\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (皆伐后 4 年测定); 经 30 年的天然更新后, 土壤中的有机 C 贮量上升到  $105.80\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; 再次皆伐, 土壤中的有机 C 贮量又进一步下降到  $95.48\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (皆伐后 4 年测定)。

可见, 热带森林具有巨大的 C 素库; “刀耕火种”和砍伐森林等人类活动, 不仅削弱了热带森林对大气  $\text{CO}_2$  的同化固定作用, 而且使原来已经被固定在植物体内、森林凋落物和土壤中的 C 素大量地释放。所以, 保护和发展热带森林对延缓大气  $\text{CO}_2$  浓度的上升、减轻“温室效应”具有重要的意义。

# 潜在气候变化下中国陆地生态系统净初级生产力的变化: 应用生物地球化学模型和生物地理模型相结合的预测

潘愉德

(The Ecosystem Center, Marine Biological Laboratory, WoodsHole MA02543, U. S. A)

大气  $\text{CO}_2$  浓度升高所造成的气候变化预期将在下世纪影响中国的陆地生态系统, 造成其结构和功能的变化。我们应用 Terrestrial Ecosystem Model (TEM) 模型对未来中国陆地生态系统的变化进行了预测。TEM 是一个过程机制的生物地球化学模型 (Biogeochemistry model), 它以  $0.5$  度的经纬网格和月份为空间和时间尺度, 可对空间分布上的不同陆地生态系统的功能变化, 即系统内植被和土壤的碳储量, 氮循环, 水平衡的各类变量进行估测。模型的运行需要空间网格上的气温、降水、光照、土壤、植被、海拔高度的数



据作为输入。

在预测中,未来的气候条件分别采用了三个大气环流模型(GCMs)模拟下的气候景况(OSU, GLSS 及 GFDL-Q 模型)。由于气候变化引至的植被再分布由生物地理模型(Bio-geography model)BLOME 所预测,并作为输入结合在 TEM 模型的运行中。通过模拟实验,使我们能够探索生态系统在不同气候变化情况下所可能产生的功能上的反应,如净初级生产力的变化。同时也可以了解到植被再分布对生产力的影响,模型运行中,我们分别采用 312.5ppmv 和 625ppmv 的大气  $\text{CO}_2$  浓度作为正常的浓度和加倍的浓度。

三个 GCM 模型一致预测,下世纪在全国范围内气温将升高;在全国范围或在大部分区域雨量也将增加。TEM 预测指出,在初始植被条件下,用不同的 GCM 气候及加倍的  $\text{CO}_2$  浓度,全国的净初级生产力(NPP)将增加 20%—29%;在植被再分布的条件下,则将增加 29%—33%。以任一种 GCM 气候及初始植被条件下,相对的 NPP 增长在冻原和干旱灌丛地带为最大,但绝对 NPP 增长量在温带落叶林和温带常绿阔叶林为最高(121—500TgC),因为这两类植被占据了我国东部的大部区域,并具有较高的生产力。以任一种 GCM 气候及植被再分布的条件下,NPP 的增长最显著地发生在热带常绿林,高草草原,及温带常绿阔叶林(139—1296TgC),这除了气候和加倍的  $\text{CO}_2$  对生产力带来的正向影响外,还因为植被面积较大幅度的扩展。而 NPP 在冻原和矮草草原产生的降低则是由于植被面积的缩小造成。温带落叶林的 NPP 在 GLSS 和 GFDL-Q 气候下由于面积的缩小而减少甚多。由于不同植被类型的面积增减各异,而由其引起的相反方向变化的净初级生产力相互抵消。尽管植被面积的变化在区域内可以很大程度地影响 NPP,但在全国的基础上所引起的 NPP 变化却颇为微小(4—9%)。

根据模型预测,在未来可能的气候变化下,中国的陆地生态系统将更具生产力。中国可能由于冻原的减少而拥有更多绿地。这项研究是基于潜在的植被类型,而事实上在中国的中部和东部,农业用地占了相当大的面积。然而从高草草原和温带常绿阔叶林扩展的可能性上,我们可以预测,未来将可能有更多的地域适应于半干旱的农业生产,或有更富生产力的南方农作类型去更替北方的农作类型。

## 基于 AVHRR 的全球植被季节性变化空间格局分析

齐 晔

(美国康乃尔大学理论中心)

本研究运用基于高精度辐射仪(Advanced Very High Resolution Radiometers, 或 AVHRR)的气象卫星资料,探讨全球不同地区,特别是不同纬度带上植被的季节性变化,及其与地面气温和大气二氧化碳浓度间的关系。由红光和红外光两个波段结合构成的标准化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, 或 NDVI)可用来标度植被的绿色程度。而植被做为一个整体其绿色程度是其代谢强度的重要标志。因而 NDVI 能够较好地

反应植被的代谢强度及其季节性变化。

本研究所采取用的 NDVI 数据取自美国国家海洋大气管理局出版的《实验性校正的全球植被指数 (Experimental Calibrated Global Vegetation Index)》该数据空间覆盖面为北纬 75°N 至南纬 55°, 包括了全球几乎所有有植被分布的区域。网栅尺度约为 15 公里×15 公里。时间上自 1985 年 4 月至 1991 年 12 月。采样频率为双周, 即每两星期一次采样。

我们假定植被的物候期和代谢强度的季节变幅是其所处地区温度的函数。而温度与该地区纬度密切相关。因而植被的季节性变化应在纬度上表现出明显的地带分布性。为了检验这一假设, 我们首先将地球表面每隔 5°划分一个纬度带; 然后, 对每一纬度带的每两星期, 计算出基于地面面积的加数平均的植被指数。这一数值可粗略地表示该纬度带植被在该时间段内的代谢强度。联接一年中的 26 个数值 (一年 52 周, 每两周一个值, 故 26 个值) 构成一条加权平均的植被指数曲线。该曲线至少反映出两方面的信息第一、植被指数的季节性变幅 (amplitude); 第二, 植被指数曲线的相位 (phase)。前者可用以研究植被的代谢强度, 后者则用以计算植被的物候期。尽管数据的时间跨度, 允许进行年际间的比较, 本研究的重点则是揭示植被代谢的季节性变化在不同纬度带上的分布格局, 其目的在于探索植被的物候期和代谢变幅对温度梯度的反应。在理论上, 这种反应可以帮助我们确定全球及其各区域植被对地球表面气温升高的反应。

我们的初步结果显示北半球 55°N~60°N 是一个至关重要的地带。首先, 在此纬度带之内, 植被指数的极大值在所有纬度带中最大, 季节性变幅亦最大。在此区域的南北两侧, 无论是极大值还是变化幅度相对渐小; 其次如果用极大值到达时间做为物候期的指标, 则在 55°N~66°N 纬度带两侧物候期差异很大。南侧较之北侧极大值提前大约 28 天。此外物候期的差异显示出突变的特征。

植被的季节性变幅主要由温度变幅决定。温度的季节性变化或许能够用以解释植物变幅的空间分布格局。但对于物候期变化目前尚无较好的解释。如果这一结果可靠, 它可用以解释过去三十多年间大气 CO<sub>2</sub> 浓度曲线的变幅和相位。自 1958 年对大气 CO<sub>2</sub> 精确观测开始以来, 不仅大气 CO<sub>2</sub> 浓度呈逐年上升趋势, 而且季节性变幅在明显增大, 而其相位亦有提早的趋势。我们可将这后两个变化归因于由气温增高而异致的植被代谢和物候期的变化。气温增高主要发生在北半球高纬度地区。其效应可能导致高纬度低温地带植被在物候和代谢强度上趋同于较低纬度区的植被。根据本研究的结果, 其变化则为代谢幅度增大, 物候期提早, 即对 CO<sub>2</sub> 的吸收和释放增加而且相位提前。我们暂且称这一解释为植被—温度的区域效应假说。对这一假说的验证尚需更为缜密的研究。



# 洪湖水生植被的历史变迁及演替原因探讨<sup>①</sup>

李 伟 程 玉 黄德世 钟 扬

(中国科学院武汉植物研究所, 武汉 430074)

本工作在对洪湖目前水生植物进行仔细调查的基础上, 结合前人的工作, 对水生植被近三十余年来的变化进行了分析, 并对其发展趋势作了预测, 主要研究结果如下:

1. 洪湖水生维管束植物区系丰富, 计有 121 种 2 变种, 共 123 个分类群, 隶属于 36 科 67 属。其中湿生植物有 52 种, 挺水植物有 31 种, 浮叶根生植物有 12 种, 漂浮植物有 9 种, 沉水植物有 19 种。这些生活型在湖泊中的分布都十分广泛, 并各有其特点。我们认为洪湖水生植物种类在过去三十多年来并未发生显著变化。

2. 洪湖水生植物的主要优势种类是: 菰、莲、菱、微齿眼子菜、穗花狐尾藻、金鱼藻、黑藻、菹草和光叶眼子菜。轮藻属也是沉水植物的优势种类。

3. 采用群落生态学标准, 将洪湖水生植被分为 18 种群落类型, 其中挺水植物群落 3 种, 漂浮植物群落 2 种, 浮叶植物群落 3 种, 沉水植物群落 10 种。

4. 在对历史资料进行详细分析的基础上, 参考其它相似湖泊的研究结果。对洪湖水生植被三十余年生物量的变化进行了综合评价。

4.1 沉水植物优势种生物量的季节性变化其本身个体生长习性以及人为干扰共同作用的结果。不同种的表现存在很大差异。

4.2 仔细分析了沉水植物群落生物量的季节性变化。变化式样与种类组成、人为干扰密切相关。

4.3 总结了洪湖三十余年来水生植被生物量的变化规律: 从 50 年代末期开始, 水生植被生物量一直处于上升阶段, 到 80 年代中期, 生物量可能达到最大; 其后, 水生植被生物量出现了下降的趋势, 湖泊的沼泽化进程在一定程度上得以控制。

5. 对洪湖水生植被的历史的变迁及演替原因进行了详细探讨。

5.1 三十多年来, 湿生植物带的面积急剧减少, 几近消灭。主要原因是围垦。

5.2 从 60 年代初期到 80 年代中期, 挺水植物带一直是洪湖水生植被中的一个重要组成部分, 主要演替现象是菰群落向湖心的不断扩展, 其直接原因是由于调蓄需要而使得洪湖冬季水位较低, 菰的个体生态习性是这种演替的内因。

80 年代中期以后, 洪湖的菰群落所占面积处于不断的下降之中。。主要原因是: 大规模利用菰叶饲养草食性鱼类, 导致菰群落大面积的死亡; 大面积“浮岛式”菰群落的发展使得该群落对风浪的抵御能力降低。

5.3 60 年代初期, 浮叶植物群落形成了洪湖的优势植物带。目前, 已不存在完整的浮

<sup>①</sup> 本工作是中国科学院“八五”重大项目的部分内容, 并得到国家自然科学基金青年项目的资助。

叶植物带。造成浮叶植物带衰亡的原因主要是：菰群落向湖心的不断扩展；大规模的采菱活动以及沉水植物的竞争影响。

5.4 60年代初期到80年代中期洪湖沉水植被的发展是在多种因素的综合作用下自然演替的结果。最为明显的变化是竹叶眼子菜和苦草的分布范围显著缩小，微齿眼子菜和穗花狐尾藻的分布范围显著扩大。

80年代中期后，洪湖水生植被的变化主要是人为干扰条件下的演替的结果，这种结果与微齿眼子菜和穗花狐尾藻这两种当前优势种的个体生态学特性以及不同的利用强度有关。

## 镉污染引起轮藻、金鱼藻、红线草的细胞病理学观察

赵铁明 王模善 任久长

(北京大学环境科学中心, 北京 100871)

本文是国家“八、五”攻关课题草海大型水生植物系统恢复技术研究的深入和扩展。镉是滇池草海底泥的重要污染物之一。普生轮藻 (*Chara vulgaris*) 属敏感种；五刺金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*) 属中等耐污物种；红线草 (*Potamogeton pectinatus*) 属耐污物种。本文是研究镉污染引起上述三种沉水植物毒理效应，包括整体效应和细胞学效应的观察与分析。

实验设计的镉离子浓度为 0、0.5、5、10、15、20、25、30、35、40mg/l，并在处理 3 天、5 天和 7 天时进行整体观察和取样固定，做石蜡切片，H-E 染色和 PAS 染色，进行显微和微分干涉差镜下观察。

三种沉水植物在镉污染条件下的整体效应均表现为：先是植株萎蔫，接着是叶片失绿变黄，然后叶片脱落，植物体死亡腐烂。随着处理浓度的增加，危害症状加强，随着处理时间的增加，危害症状也明显加强。细胞效应均表现为：表皮分泌层剥落，表皮层细胞由柱状变为扁平，排列不整齐，薄壁细胞的细胞核肿胀，多核含量降低，直至细胞解体。

三种沉水植物在症状出现的早晚和强弱上有明显的不同。例如，在 40mg/l 镉浓度下，处理 3 天时红线草没有明显受毒症状，绿色有光泽，生长良好；而五刺金鱼藻则部分植株尖端发黄，失绿；普生轮藻则一半植株变黄，成为小段，沉在水底。处理 5 天时，红线草开始出现尖端发黄；金鱼藻约一半变为浅黄色，叶片变窄，部分植株断裂成小段沉在水底。普生轮藻全部植株变黄，大部分断裂沉在水底。处理 7 天时，红线草叶片出现明显的黄色斑纹，但植株均保持完整；金鱼藻约一半的植株断为小段，沉在水底；普生轮藻植株全部腐烂。从以上比较看，红线草抗性最强，金鱼藻次之，而普生轮藻最弱。

三种植物在细胞病理效应出现的早晚和强弱上也有明显的不同。例如，在 40mg/l 镉浓度下，处理 3 天时红线草细胞结构没有明显异常；而金鱼藻表皮保护膜出现断裂；轮藻盘状叶绿体排列不整齐。处理 5 天时，红线草表皮层的保护膜出现断裂，表皮细胞间隙增大；



金鱼藻保护膜出现脱落，立方细胞变为扁平状；轮藻细胞变形，盘状叶绿体脱落。处理7天时，红线草柱状表皮细胞变为立方状；金鱼藻和轮藻细胞和组织已经解体。

红线草、金鱼藻和轮藻组织结构上的差异可能是造成上述差别的原因。红线草外面的表皮细胞分泌了一层粘多糖的保护膜，较厚，约2.5微米，而五刺金鱼藻的表皮保护膜约为1微米，至于普生轮藻则完全没有表皮也没有保护膜。镉的进入可能与穿过表皮的难易有关，由于红线草表皮保护膜厚，耐污能力强，轮藻没有表皮及其保护膜，则为敏感型。金鱼藻介于二者之间。

从上述结果看，建议在滇池植被的恢复过程中，应该首先恢复耐污的红线草，然后是金鱼藻，最后在水质恢复的很好时，轮藻才可能出现。

## 黑龙江省森林生态系统恢复与重建的试验

聂绍荃 杨国亭 石福臣 孙冰 张艳华 张杰

(东北林业大学，哈尔滨 150040)

黑龙江省是我国最大林区之一，森林长期遭到掠夺性的破坏，使三分之二以上的原始森林演变成了生产力低下的次生林，森林质量及功能都急剧下降。笔者在依兰县先锋林场进行了森林生态系统恢复与重建的研究。在参阅国内外研究成果基础上，建立了1.5万亩模式区。总结出对原始林采用分层经营，人工促进更新；次生林采用斑块状人工更新；采伐迹地上采用人工造林天然化培育更新或封山育林；Ⅰ地位级的低产林采用集约经营速生丰产人工更新等综合配套技术措施，分别建立了原始分属经营人工促进更新模式区776亩；次生林斑块人工更新模式1000亩；采伐迹地人工造林天然化培育更新的模式1314亩；Ⅰ地位级低产林集约化经营速生丰产人工更新600亩模式，采伐迹地封山育林模式10000亩。上述模式的建立及经营对策10年时间试验研究，取得显著效果，并进行了广泛的推广，使森林生态系统的功能与质量得到了恢复与改善。

## 五里湖富营养化过程中生物及生态环境的演变

李文朝 杨清心 连光华

(中国科学院南京地理与湖泊研究所，南京 210008)

五里湖是太湖西北部一个小型浅水湖湾，是无锡市的饮用水源和主要风景游览区。50年代时，五里湖基本保持着原始的状态，全湖以大型水生植物占优势。湖水清澈见底，水

质为中营养水平,溶解氧接近饱和,对外来的氮、磷污染冲击具有很强的缓冲能力。底泥的氧化程度较高,磷和有机物含量仅为 0.023% 和 0.75%。浮游藻类受到了大型水生植物的强烈抑制,年均数量为  $26.7 \times 10^4$  个/L,以硅藻和隐藻为主;从春季至秋季,随着大型水生植物的增长,浮游藻类数量大幅度减少,浮游动物多达 190 种,年均数量为 5660 个/L。大型底栖动物较多,以日本沼虾和螺、蚌类为主。鱼类资源十分丰富,63 种鱼中以凶猛性鱼类占优势,并有较多的底栖性鱼类。

自 50 年代以来,大约有二分之一的湖面被围垦,沿岸带生态条件被破坏,失去了最适合于大型水生植物生长的浅水区。加之 60 年代后期在全湖放养草鱼,水生植被遭到彻底毁灭。外源污染加剧,引起了水质的严重富营养化,围垦和修建水闸隔断了五里湖与太湖间的通道,限制了两个水体间的水流效换,妨碍了污染物的稀释扩散,使得来自无锡市区的污水成了五里湖的主补给水源,加速了富营养化的进程。五里湖水质已达重富营养水平,透明度小于 0.5m,缺氧较为严重。营养物在底泥中大量积累,TP 和 TOC 含量分别增高了 4.17 倍和 1.87 倍。在春末夏初,由于底泥中污染物的释放而引起水质严重污染。浮游藻类大量繁殖,年均数量达  $4174 \times 10^4$  个/L,是 1951 年的 156 倍,蓝藻水华极为严重。浮游动物数量明显减少,年均数量 902 个/L,仅是 1951 年的 16%。大型底栖动物基本消失,耐污的水丝蚓和摇蚊幼虫占据优势。凶猛性鱼类几乎绝迹,全湖只放养鲢、鳙鱼,密度约为  $600 \sim 750 \text{kg/hm}^2$ 。

五里湖仍然是无锡市的饮用水源和风景游览区,其富营养化治理势在必行。我们虽不能完全恢复五里湖的全貌,但可以对现有的湖面进行彻底的污染治理和生态恢复。重建水生植被是实现其生态恢复的重要途径,但较深的湖水和低的透明度成了限制水生高等植物生存的主要环境因子,改善这种环境条件将成为重建水生植被的关键。五里湖是众多浅水富营养湖泊的典型代表,污染、放养草鱼、围垦、水利控制、修建人工湖岸等多重人为干扰是导致这些湖泊富营养化的共同根源,因而具有相似的生物和环境特征,研究五里湖富营养化及其治理途径对其它同类湖泊具有广泛的指导意义。

## 遥感环境综合技术系统在草地资源 动态监测与管理中的应用研究 ——以新疆阜康县为例

李建龙

(新疆八一农学院草原系,乌鲁木齐市 830052)

本文利用 1991~1993 年在新疆阜康县不同草地类型上观测到的牧草产量、环境资料与地面光谱、气象卫星资料等,进行了多重相关分析。结果表明,不同类型的草地产量和环境因子与各种遥感绿度值间存在着显著相关性 ( $P < 0.05$ ),相关系数 ( $r$ ) 均达到 0.84 以上,并通过 F 检验。



通过两年多研究,主要运用确定性强的遥感、环境和牧草产量资料,借助于计算机和GIS,开发和建立了遥感环境综合技术系统(RSECTS)。该系统具有宏微观两方面的功能和效应,是一个综合性强、操作方便的信息技术应用系统。

利用NOAA气象卫星信息等和ERDAS软件,进行了阜康县草地类型分类与草地类型图和产量分级图制作。建立了NOAA卫片目视解译标志。而且利用RSECTS系统,对阜康县草地与其它土地资源进行动态监测与分析。研究发现,1992年该县的草地与其它土地资源比1982年前有较大变化,其研究结果也证明,利用NOAA气象卫星资料可进行草地资源初级生产的动态监测。

另外,在对草地气候因子和牧草产量动态变化的分析基础上,探索了牧草产量形成与环境关系的机理分析与解释。进而摸清了不同草地类型地面光谱绿度值的时空变化规律,确定了最优监测与估产指标及模型类型,结果得出一般在类型Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ,是鲜、干草产量与RVI的相关性好于NDVI,而在类型Ⅰ则相反,是鲜、干草产量与NDVI的相关性好于RVI。

而且,利用作者开发建立的RSECTS系统,进行了草地资源的系列动态监测与分析,建立了地学、光学、卫星遥感和综合估产模型及相应的可利用牧草估产模型等,其模型的估产精度可达90%以上;在草地产量预报中,成功地导入投影寻踪回归(PPR)技术,建立了预报模型,从而提高了产量预报的精度与效能;并运用以上优化模型进行了实际产量预报,使预报的精度达到75%以上,以及求得冬季枯草产量换算系数和牧草产量年变率。同时,进一步运用RSECTS系统,建立了草地利用和草畜平衡监测模式及进行了草畜平衡诸方面分析和论证,基本实现了从初级生产到次级生产对草地资源的系列遥感动态监测,并随之解决了许多有关技术性难题,找出草畜系统管理中存在的主要问题,制定了管理调控措施,为实现科学管理与合理利用草地资源,提供了重要依据和方法。

## 生物灾害可能与厄尔尼诺现象有关

张知彬

(中国科学院动物研究所,北京100080)

厄尔尼诺现象是指南美洲西岸,赤道太平洋东部和中部大范围内的海水温度增高现象,活动期常在一年以上,4—5年周期性出现一次,每次都始于圣诞节前后,在西班牙语中有:耶稣之子”的意思,故命名为“厄尔尼诺”。继厄尔尼诺现象之后,常伴有反厄尔尼诺现象,又称“拉尼娜”现象。西班牙语的意思上“上帝之女”,表现为太平洋东部海水温度下降,对厄尔尼诺现象矫枉过正,最近,科学家发现,印度洋和大西洋也有厄尔尼诺现象。

厄尔尼诺现象在太平洋海面形成一条巨大的热带暖流,使海水增温3—6℃,并遭成大批海洋浮游生物,鱼类死亡,暖水流及它与大气作用产生的湿热空气会形成大范围内的暴风骤雨,干扰大气的正常环流,结果导致全球气候异常,气象灾害迭起。

气象学家证实,厄尔尼诺现象与特大风暴潮灾、洪涝灾害、酷暑干旱、气候变暖有密切关系。1982—1983年,全世界发生了严重的厄尔尼诺现象,北美洲大陆热浪与暴雨交替出现;夏威夷群岛遭特大风;澳大利亚、印度尼西亚出现严重干旱和森林火灾;非洲久旱不雨,大地龟裂;巴西北旱南涝;欧洲酷暑难熬,我国东北异暖,华南西南奇冷,北旱南涝。据估算,这次厄尔尼诺现象遭成全球1500人丧生,经济损失约80亿美元。1986—1987年,厄尔尼诺现象再次发生,美国、巴西东北部,南亚及非洲北部出现严重干旱;秘鲁、苏丹、孟加拉国却暴雨成灾;加勒比海地区发生了时速200英里的飓风,进入90年代前5年,全世界已极为罕见地连续发生3次厄尔尼诺现象。分别在1991年5月至1992年8月;1993年4月至1994年1月,1994年10月至今,三次间隔仅8—9个月,其间也没有反厄尔尼诺现象。为此,美国中西部1993年发生了灾难性的水灾;太平洋地区出现强烈飓风。我国1991、1993年江淮流域发生特大洪涝灾害;1994年江淮地区又大旱,华北、东北却大涝,北方气温异常偏高,例如北京1992、1995年1月的气温连创123年、126年来同期的最高记录。

近十几年来,厄尔尼诺现象越来越严重,许多人都认为与全球日益变暖有关。根据近100年来全球平均地面气温的分析,全球年均气温提高了 $0.75^{\circ}\text{C}$ 。80年代是我国近40年来最暖的时期,年均气温比50年代提高了 $0.25^{\circ}\text{C}$ 。气候变暖为海水升温和移动提供了能量,由于气候变暖的趋势并未减弱,未来一个时期内,厄尔尼诺现象所带来的气象灾害还会更加严重。

## 北极地区的环境状况及其纬向变化

方精云

(中国科学院生态环境研究中心,北京100085)

作为我国首次远征北极点科学考察队的一员,笔者于1995年4至5月,对北美大陆的高纬度地区的环境状况进行了考察。考察区域南自美国明尼苏达州的Ely(北纬约48度),经加拿大的Churchill/Hudson Bay(约58度),Resolute Bay(74°43'N),Eureka(80度),Ellesmere Island(约82度),到北极点,形成一个纬度跨42度的巨大纬向剖面,考察的主要项目和内容如下:

### 1. 地表和冰雪表面碳平衡的测定

大气 $\text{CO}_2$ 浓度增加是造成温室效应的主要原因之一。北极地区的生态系统(陆地和海洋)在稳定全球气候变化中起着十分重要的作用。已有研究表明,在北欧的北极陆地有微弱的 $\text{CO}_2$ 释放;另一方面,北极的冰雪具有物理吸附 $\text{CO}_2$ 的功能。确认这两个科学问题,是这次北极科考的关键课题之一。

### 2. 大气酸雨成分的监测

在逗留时间较长的Ely,Churchill和Resolute,采集了 $\text{SO}_2$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ 三种酸雨组成



气体样品，以了解北极地区的大气污染状况。

3. 冰雪化学成分和含量的测定

共采集样品 50 余号，挖掘冰层剖面三个。目前正在分析它们的化学组成及含量，并拟对某些稳定同位素进行分析、测定。

4. 土壤化学元素的测定以及土壤有机物和孢粉的检测

采集土壤样品 40 余号，它们南自 Hudson Bay 周围的小岛，北至加拿大最北部陆地——Ellesmere Island 国立公园，地理跨度为 24.5°N。

5. 某些动物体内有机污染物的检测

采集北美驯鹿肝脏和海豹脂肪若干，分析其有机污染物（有机氯）的成份和浓度。

本文将报告上述考察项目的主要结果，并分析它们随纬度变化的规律性以及人类活动的影响。此外，以全球气候变化和环境变化为重点，简要介绍当前国际上北极科学的研究热点和领域，论述笔者对中国开展北极研究的看法。

我国酸雨及其防治对策

毕世杰

（华中农业大学，武汉 430070）

我国酸雨分布在柳州、南昌、上海、武汉、重庆等钢铁工业城区。主要污染源是大型工矿企业，热电厂、石油化工厂排出的 SO<sub>2</sub> 和氮氧化物。显硫酸型点状分布。在生物种群的自然生长率小于生物体内能容纳 SO<sub>2</sub> 含量时，种群最终灭绝。为了控制上述地区的酸雨浓度，本文建立了酸雨防治系统，其组成有

1. 建立大气中酸沉降预报模型，以武汉城区为例。

下面是武汉市区 SO<sub>2</sub> 浓度的日变化数据。

时间 t <sub>i</sub> (h)	SOP <sub>2</sub> 浓度 (10 <sup>-1</sup> · mg/m <sup>3</sup> )	时间 t <sub>i</sub> (h)	SOP <sub>2</sub> 浓度 (10 <sup>-1</sup> · mg/m <sup>3</sup> )	时间 t <sub>i</sub> (h)	SOP <sub>2</sub> 浓度 (10 <sup>-1</sup> · mg/m <sup>3</sup> )
0	50.00	7	99.0	16	34.00
1	45.00	8	75.00	18	44.00
2	38.00	10	63.00	18.5	50.00
3	37.00	11.5	59.00	21.5	60.00
4	40.00	12	40.00	22	43.00
6	80.00	14	30.00	24	50.00

其最佳拟合曲线

$$C(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 + a_4t^4 + a_5t^5 + a_6t^6, (t \leq t < 24).$$

其中

$$a_0 = 56.4336, a_1 = -36.7692, a_2 = 16.7225, a_3 = -2.39464,$$

$$a_4=0.13885, a_5=-0.00290012, a_9=5.19404 \cdot 10^{-10}.$$

2. 建立湖泊、池塘中酸雨浓度的预测方程。设酸雨最初没有污染湖泊,  $t>0$  时, 酸雨以强度  $\mu$  以均匀速度落入湖面, 我们导出其浓度

$$C=2\mu \sqrt{t/Di} \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{X}{\sqrt{4Dt}}\right), \text{ 其中 } D \text{ 是扩散常数。}$$

3. 建立污染源的最优控制模型。设  $X(t)$ —时刻  $t$  的  $\text{SO}_2$  的排放量,  $X$  环保局规定的  $\text{SO}_2$  排放量,  $U(t)$ —时刻  $t$  工厂的生产率,  $\hat{u}$ —工厂计划的生产率,  $V(t)$ —工厂对  $\text{SO}_2$  的清除率,  $h$ — $\text{SO}_2$  排放量超过标准时, 厂方的经济损失系数;  $C$ —生产成本系数,  $P$ —常数贴现率,  $K$ —单位时间  $t$  一个单位产品所排放的  $\text{SO}_2$ 。容易发现。

$$X(t)=KU(t)-V(t), X(0)=X_0, (1-0)$$

制约排放量  $X(t)$  和生产率  $U(t)$  的条件是: 当  $X(t)$  超过  $X$  时, 按超过的部分罚款, 金额可表为  $h/z(X(t)-\hat{x})^2$ , 同样,  $U(t)$  超过  $\hat{u}$  时, 也按  $(U(t)-\hat{u})$  罚款, 金额可用  $C/2(U(t)-\hat{u})^2$  表示。恰当的排放量和生产率应该使总代价最小, 即有

$$\operatorname{Min}\{J=\int_0^T \operatorname{EXP}(-Pt) \left[ \frac{h}{2}(X(t)-\hat{x})^2 + \frac{c}{2}(U(t)-\hat{u})^2 \right] dt\}$$

$(1-0), (1-1)$  构成了一个最优控制问题。解这个最优控制问题, 以武汉市区为例, 我们得到了上述控制问题解析解和计算机模拟结果。

4. 钢铁基地地域选择的新因素: 气象逆温。有逆温的地区大气中  $\text{SO}_2$  不易扩散, 造成严重空气污染不宜在该区地域建立钢铁, 冶金化工企业。

# 冻土退化对生态环境的影响

周幼吾

(中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州 7300041)

在我国东北大、小兴安岭和西部高山、青藏高原多年冻土广泛分布, 占国土总面积 22.3%。东、西部冻土的发育特征分别受纬度地带性和高度地带性规律控制, 即随纬度或海拔高度增大冻土发育程度增强; 植被分别为寒温带针叶林和高寒草甸、高寒草甸草原。一般随冻土发育程度增强, 植物群落的生态优势度增大, 物种多样性变小。植被与冻土相互影响、相互制约, 形成独特的、较脆弱的生态平衡系统。目前, 我国冻土区生态环境正在发生着一些令人担忧的变化, 在岛状冻土区尤为明显。诸如: 青藏高原东部、呼伦贝尔高原、黑龙江省西部地区草场退化日趋严重, 土地沙化面积在扩大; 森林开发后水土流失加剧, 造成水库淤积严重, 林区一些河流含沙量增加, 年迳流量减少, 甚至枯水期出现断流, 一些山坡在碎石化, 某些低洼地进一步沼泽化, 大型冲沟迅速发展, 切割和吞食农田。植被在递向演替, 动物特别是鸟类在迁移, 森林病虫害、旱涝大风灾害时有发生等等。

近百年来, 气候变化(气温升高等)和植被破坏导致多年冻土退化, 是冻土区生态环



境恶化的重要原因。大量资料表明我国多年冻土总的趋势在退化,主要表现在:(1)冻土年平均温度普遍升高,近20多年来在大兴安岭北部上升了 $0.7-2.1^{\circ}\text{C}$ ,在青藏高原升高 $0.1-0.3^{\circ}\text{C}$ 。(2)季节融化深度(冻土上限)增大,近30多年来在大兴安岭增大 $0.2-0.4\text{m}$ ,有的地段上限附近出现融化夹层。多年冻土作为隔水层涵养土壤水分的作用降低,土壤水分减少或冻结层上水水位降低,表土旱化,是草场退化的致命原因。(3)冻土中蕴藏的大量地下冰体融化,因而产生一系列诸如热融沉陷、热融湖、热融冲沟、热融侵蚀等热卡斯特现象和过程,促使水土流失加剧。(4)融区扩大,温度高且厚度小的冻土层在消失,冻土南界北退、下界上移。冻结层下水因与冻结层上水沟通而受污染。冻结层上水活动增强处,冻胀丘和冰锥增多。冻土融化,坡地表土易于流动或崩塌,使碎石裸露。低洼地排水不良时,地面沼泽化增强,冻土得以保存或退化加剧随沼泽化程度而异。冻土退化,植物生态随之变化,生态优势度变小,如在大兴安岭优势树种兴安落叶松林向北移,蒙古柞、白桦林等向北推进;在青藏高原以藏嵩草为建群种的沼泽化草甸植被被矮嵩草和高山嵩草大量侵入,逐步被中旱生或旱中生草原化草甸所代替。

今后,在全球气候持续变暖条件下,我国多年冻土将继续退化。初步预测,气温升高 $1^{\circ}\text{C}$ 后,现今东北冻土面积将向北缩小32%;若气温升高 $3^{\circ}\text{C}$ ,冻土区只剩下36%。同时,不可忽视人的活动又可大大加速冻土退化,冻土区生态环境将发生更深刻的变化。为此,应尽早对冻土区生态环境变化进行监测,对环境保护和治理开展研究,并提出相应对策和法规。

## 模拟酸雨处理与四种植物叶、花及产量关系的初步研究

周忠泽 许仁鑫

(安徽大学生物系,芜湖 230039)

本文将作物小麦、油菜、蚕豆和野生植物羊蹄的幼苗栽于盆中,分别用pH值为4.5、3.5、3.0、2.0的模拟酸雨处理,测定对植物的影响。

结果发现,在结构方面,pH2.0的模拟酸雨使叶片结构发生明显变化。三种双子叶植物的气孔开度比对照明显增大,单子叶植物小麦气孔由对照组气孔开放变成关闭;叶片微观损伤的症状是三种双子叶植物出现凹陷的损伤斑,单子叶植物小麦出现片状损伤斑。三种双子叶植物叶片组织学损伤情况是它们的上下表皮细胞大部分瓦解,但上表皮受伤严重的多,表现在上表皮细胞瓦解后变成一薄层。接着是栅栏细胞大部分瓦解,越靠近上表皮的栅栏细胞损伤越严重,远离上表皮的栅栏细胞虽没瓦解,但无规则排列。特别是叶缘部分的各种组织细胞全瓦解。经pH2.0处理的羊蹄叶片叶绿体结构损伤情况是外膜部分溶解消失,引起基质外流,片层结构部分被破坏,溶解消失;线粒体结构损伤情况是线粒体的外膜部分溶解消失引起内含物减少,线粒体内出现空泡化,线粒体的嵴部分溶解消失,嵴间变大。经pH2.0处理的油菜花柄结构损伤情况是近轴面的表皮层、皮层全瓦解,远轴面

的表皮层、皮层部分溶解，维管束周围细胞溶解，木质部导管被坏死的细胞堵塞；油菜子房结构损伤情况是靠近外面的子房壁外层细胞瓦解消失，较里面的子房壁外层和中层细胞排列疏松，子房内假隔膜发育不良，无胚珠。经 pH2.0 处理的油菜花粉与对照相比体积减小，花粉壁覆盖层部分损伤消失。

在生理方面，叶片叶绿素含量，可溶性总糖含量随着酸度的增大而减少；叶片细胞膜透性、叶片汁液的 pH 值随着酸度的增大而增大。

在生长方面，仅经 pH2.0 处理的这一组，叶片均出现可见性伤害症状：四种植物中都有明显的退绿现象；四种植物坏死斑颜色不一样，羊蹄为溴红色，小麦和油菜为黄白色，蚕豆为褐色；四种植物中，最易过早表现落叶的是油菜，羊蹄叶片最易表现失水萎蔫现象。经 pH2.0 处理的油菜植株失去吐水现象，原因是叶缘和叶尖部分的组织损伤破碎，叶内输送水份的输导组织已被破坏。经 pH2.0 处理后，对油菜植株产生明显的宏观损伤，具体损伤情况是整个花序的主轴不伸长，植株顶端生长点被破坏，油菜花集中在一起；油菜花柄比对照组的大大缩短，花蕾绝大多数从花蕾与花柄接触地方脱落；花的部位是花萼由绿色变黄再变白，花瓣由黄色变白；子房的外壁由绿色变黄再变白。由于油菜植株经 pH2.0 处理后，绝大多数花蕾脱落或子房内无胚珠，因此不结果；而经 pH2.0 处理的小麦植株虽能开花结果，但抽穗、扬花时间则推迟。油菜和小麦株高、叶数、叶面积随着酸度的增大而减少。

在产量方面，油菜和小麦百粒重、小麦每株有效结实小穗数、油菜每株结角果数、每角果内有效籽粒数随酸度增大而减少。其中小麦百粒重随 pH 值的降低而降低，两者之间呈高度相关，相关系数  $(r) = 0.98$ 。

## 南极菲尔德斯半岛陆地、淡水，潮间带及浅海各生态系统之间相互作用的模型研究

沈 静 徐汝梅 吴宝铃 黄凤鹏\*

(北京师范大学生物系，北京 1000875)

南极地区在研究全球变化中具有突出的重要地位。此区中的大气、冰、海洋、生物通过反馈，生物地球化学循环，深层大洋环流，能量和污染物的输运以及冰的物质平衡等影响着整个地球系统，极地地区对全球变化起有“放大器”的作用，况且它是地球上唯一未被人类大量影响的陆地，所以在研究生物学规律本身，尤其在注重全球变化研究的今天，南极地区的生态学研究倍受重视。

由于南极的特殊地理位置，恶劣气候特点和严酷的生态环境条件形成了结构特异，功能复杂，食物链短而脆弱的独特生态系统。本文仅仅针对南极菲尔德斯半岛陆地，淡水，潮

\* 国家海洋第一海洋研究所，青岛 266003



间带和浅海各生态系统展开研究。在分析各系统本身结构和功能特征的基础上,找出各系统本身主要的食物网,同时分析各系统之间的关系,找出它们之间生物与生物,生物与环境间的相互作用及各系统间物质循环的关键环节及相互作用关系。这对南极长城站及其附近地区生态系变化趋势的预测,环境保护具有一定的意义,并为进一步研究全球变化提供科学基础。

在各大系统间,海鸟(尤其是优势种——企鹅和贼鸥)在联系陆地,淡水,潮间带和海洋生态系统上起到了关键的作用。海鸟活动于陆地,潮间带和海洋之间,在陆地繁殖和栖息,在潮间带捕食帽贝,在海洋中捕食鱼和磷虾。有大量海鸟的栖息地的鸟成土中含有较高含量的无机营养盐,而它们又是初级生产所必需的。可见海鸟使得营养盐合理地重新分配于各系统间,疏通了各系统间的物质流动。

联系陆地,淡水,潮间带和浅海各系统间另一个重要纽带是无机元素的地球化学循环。通过测得降雪中无机盐的含量,可见各系统中无机盐的主要来源是降雪。淡水中的营养盐则通过溪流或径流持续进入潮间带和浅海。陆地上的营养盐则通过融雪或风力作用进入浅海和湖泊。浅海和远洋中的营养盐又由鸟的搬运,盐分的蒸发和大气的交换而转运到陆地,如此形成一个完全的循环。

在考虑四大系统之间关系时,我们还考虑了人类活动的影响,由于人的涉足,使得石油,洗涤剂等各种污染物随着物质的生物地球化学循环进入到各系统。

该系统模型包括六大部分,即环境,四类生态系统(陆地,淡水,潮间带和浅海),以及外海系统。四类生态系统抽提后的主要成分分别为6,6,5和7个;系统的营养级最高可达到六级;四个子系统间的物质流共有10条,六大部分间共有16条物质流。关于各系统间相互作用关系的概念模型框图见文章。菲尔德斯半岛区域内四个主要的子系统相互作用,使得一个子系统中的变化会影响其它各子系统的变化。系统模型用FORTRAN语言设计程序,通过计算机模拟显示了各系统间的运转。模型采用了三类变量即现存量,流通量,输入输出量。模型可以用于模拟驱动变量(如温度,营养盐,人为影响等)变动时,对系统结构和功能的影响。

## 用蚕豆根尖微核技术监测工业废水致突变性的研究

粟多寿 潘立勇 刘铁民

(徐州市环境监测站,徐州 221000)

植物细胞微核法监测技术是利用环境污染因子引起细胞染色体畸变而产生微核建立起来的一类新技术,用微核频率作为诱变剂效应的指标来监测环境污染的程度。

### 1. 材料和方法

蚕豆(*Vicia faba*)以松滋青皮豆为主,方法;按生物监测(水环境)部分进行,将所得测试数据进行统计学处理,微核千分率的计算公式;

$$\overline{MCN}\% = \frac{\text{某测试样品（或对照）观察到微核（MCN）数}}{\text{某测试样品（或对照）观察到的细胞数}} \times 1000\%$$
用“污染指数”判别水质污染程度。

$$\text{污染指数 (P1)} = \frac{\text{样品实测 } \overline{MCN}\% \text{ 平均值}}{\text{标准水 (对照组) } \overline{MCN}\% \text{ 平均值}}$$

污染指数在 0—1.5 区间基本没有污染；1.5—2 区间为轻污染；2—3.5 区间为中污染；3.5 以上为重污染。

2. 结果

表 1 蚕豆根尖测定荆马河各采样点水质结果

试验 品种	采 样 点 (水质中含不同浓度污染物)	MCN% 千分率微核平均值及各变量质	标准差 (S)	变异系数 C·V%	显著性 (P)
蚕豆 (松滋青皮豆)	CK(对照组)	6.50(9.6,10,5.5,4)	2.41	37.38	
	煤港八里桥	21.70(20,20,23,23,23,21)	1.51	6.95	<0.01
	化工入口处	22.00(22,23,21,22,21,23)	0.89	4.05	<0.01
	铁路枢纽桥	24.17(28,23,29,21,21,23)	3.49	14.43	<0.01
	徐钢桥	27.17(23,24,22,35,24,25)	5.78	21.27	<0.01
	车辆厂	22.17(18,22,20,24,25,24)	2.71	12.22	<0.01
	东王庄	21.00(22,20,21,21,23,19)	1.41	6.71	<0.01
	知青桥	16.33(13,18,18,17,16,16)	1.86	11.39	<0.01

从上表得知荆马河各点污水用蚕豆根尖处理、细胞(MCN%)均高于对照组,也说明了各点水质污染程度和污染状况,水质中致突变物含量高、导致蚕豆根尖细胞出现的微核细胞(MCN)也多。

表 2 排入荆马河重点污染源厂家工业废水测试结果

试验 品种	采样点名称	微核率平均及各变量值 (MCN%) $\bar{x}$	标准差 (S)	变异系数 (C·V)%	显著性 (P)
蚕豆 (松滋青皮豆)	荆马河	39.2(31,30,29,28,29,30,30,28,30)	2.85	9.7	<0.01
	铜焦化	31.2(31,32,33,35,32,30,29,28,31)	2.11	6.8	<0.01
	皮革厂处理前	27.8(38,39,31,35,37,40,36,38,37)	1.90	5.0	<0.01
	皮革厂处理后	26.3(25,27,26,27,25,29,27,26)	1.32	5.0	<0.01
	合洗厂总口	26(27,26,25,27,26,26,24,27,26)	1.00	3.8	<0.01
	徐钢焦东	38.6(42,40,39,38,41,31,38,42,34)	3.04	7.9	<0.01
	徐钢焦西	36.8(40,38,37,36,35,35,38,36,36)	1.64	4.5	<0.01
	徐钢炼铁厂 2 号	31(34,31,30,31,32,30,30,31,30)	1.32	4.3	<0.01
	电化厂总口	29.8(30,32,29,30,28,31,31,29,28)	1.39	4.7	<0.01
	CK(对照组)	9(9,8,9,10,9,8,10,9,9)	0.70	7.8	

用“污染指数”判断荆马河各点水质污染情况如下：

化工入口处为 3.38 中污染；煤港八里桥为 3.33 中污染；铁路枢纽桥为 3.72 重污染；徐钢桥为 4.18 重污染；车辆厂为 3.41 中污染；东王庄为 3.32 中污染；知青桥为 2.51 中污染。

用 t 检验结果看出；荆马河各点水质导致蚕豆根尖微核细胞 $\overline{MCN}\%$ 与对照组比较极为显著。说明被测各点水质中均含有使蚕豆根尖细胞致突变物质。

从表 2 看出；各工业废水中含有不同的污染物质，作用于蚕豆根尖细胞的效应有明显的差异，细胞的基因突变也有所不同。



### 3. 结语

应用蚕豆根尖微核技术测试各工业废水中致突变物质具有明显地现实意义和深远的历史意义。监测方法切实可行、省人力、物力、方便而准确地测试各工业废水中污染的浓度和污染程度,所得数据经方差分析和 $t$ 检验结果,说明各工业废水对蚕豆根尖细胞微核(MCN)效应极为显著。这门新技不仅能够监测无机、有机的工业废水,而且还能够测试出对各类生物细胞致突变性的情况。

## 热带森林破坏及山地农业对环境的影响<sup>①</sup>

许炼烽 朱伍坤

(国家环保局华南环境科学研究所, 广州 510655)

热带森林被大面积破坏是全球性生态平衡失调中极敏感的问题之一,海南岛是我国主要的热带森林分布地区,在长期的森林破坏和不尽合理的农业利用中,造成了一定的生态环境问题。为此,我们在海南吊罗山林区内,建立了我国环保系统的第一个热带生态定位观测站,通过系统的观测,揭示热带森林破坏和山地农业对环境的影响,从而为海南岛的进一步开发与资源保护的协调、建立热带生态环境监测的指标体系和进行环境定量管理提供科学依据。

利用生态站的近四年所获得的近10万个观测和分析数据,对不同的热带森林砍伐强度和山地农业利用方式,即生态站所模拟设置的热带雨林、季雨林、季雨林择伐50%、择伐70%、皆伐(火烧迹地)、垦植橡胶(穴植和等高带植)、刀耕火种(分别顺坡和等高种植甘蔗和番茨)等样方,对生态环境的影响进行了系统的分析。具体分析了热带森林砍伐后小气候包括气温、蒸发、降雨、相对湿度和土壤温度等的变化;不同砍伐强度和利用方式而导致植被、生物量、凋落物、土壤养分、土壤侵蚀、土壤主要物理性质和土壤微生物活性等的变化影响。结果显示,热带森林的过度砍伐和不合理的刀耕火种,对生态环境产生了深刻的影响,导致年平均气温上升,昼夜温差加大;土壤温度的温差也显著加大,高温热害突出;林冠对降雨的截留率下降、地表径流增加、土壤侵蚀严重,如伐后第一年,择伐50%土壤侵蚀量比林地增加13倍,皆伐增加135倍,刀耕火种增加327倍;土壤物理性质恶化,水稳结构明显减少,容重增加,粘粒含量减少,持水性能降低,土壤养分含量下降,生物循环受到不同程度的影响,回归物质减少,土壤逐步退化;同时,对土壤微生物的种群数量、分布特征及其生物活性也有深刻的影响。而对原始的游耕农业的生态经济效益分析,初步估计的效益值为1655元/公顷,这证明在经济上得不偿失的。从而可见,热带森林破坏及落后的山地农业利用方式,造成了生态环境的恶化,直接影响了森林的再生和林地的开发和利用,乃至整个海岛的生态平衡,其中尤以皆伐迹地和刀耕火种的影响最

<sup>①</sup> 本研究为国家环保局三项费用课题。

为严重。最后综合提出较为合理的热带森林和山地农业的经营利用方式为择伐 50% 和等高种植橡胶。

总之, 森林是海南岛生态平衡的支柱, 在海南岛将进行的大规模开发的同时, 保护、恢复和扩大森林, 提高森林的覆盖率, 杜绝刀耕火种, 是维持其生态平衡, 经济发展和资源永续利用的关键所在。

## 广州地区重金属和酸雨对农业生态环境的影响及防治<sup>①</sup>

吴启堂 陈 卢 王家臣 傅显华

(华南农业大学资源与环境系, 广州 510642)

据报道, 广州地区农田重金属污染较严重, 特别是镉和铅, 且酸雨沉降也较普遍。补充调查表明, 广州地区有明显的重金属累积现象, 特别是菜地, 但极少达到国内外土壤环境质量建议标准的水平。天河区多个蔬菜市场的蔬菜重金属分析结果表明, 重金属污染区之一的员村市场蔬菜含镉较高。几种蔬菜中以菜心和芹菜含量较高, 高分超过食品卫生标准; 水生西洋菜、胡萝卜和西红柿则含量较低。盆栽试验表明,  $1 \sim 1.5 \text{ mg Pd/kg}$  土和  $300 \text{ mg Dd/kg}$  土的污染水平对水稻、雍菜和白菜的产量无明显影响, 该浓度的铅甚至可提高水稻结实率和千粒重, 但是农产品重金属含量明显增加, 镉严重超标。模拟的酸雨使土壤向酸化的方向发展, 但  $\text{pH} < 3.2$  的酸雨才能使土壤在短期内明显酸化。 $\text{pH} 3.2$  的酸雨对水稻、莴苣当造产量影响不大, 但可使白菜减产和叶细胞出现质壁分离。 $\text{pH} 2.2$  的酸雨则使作物明显减产, 并可直接伤害叶细胞, 但广州地区尚未监测到  $\text{pH} \leq 2.2$  的酸雨。上述调查研究表明, 广州地区重金属和酸雨污染不容忽视, 虽短期内不会直接危害作物和导致明显减产, 但稻米和蔬菜的重金属含量可超过食品卫生标准。酸雨的危害主要表现在使表土层盐基减少, 使土壤潜在酸化, 还可使少数敏感作物减产。

本试验也研究了污染农田农业治理利用方法。盆栽试验结果表明, 与常用氮肥—尿素相比, 硫酸铵明显促进菜心吸镉, 而硝酸钙和碳酸氢铵则减少吸收, 硝酸铵与尿素相当。几种常用磷肥施用后菜心镉浓度顺序是: 钙镁磷肥  $<$  磷酸二氢钙  $<$  过磷酸钙、磷矿粉。钾肥以硫酸钾代替氯化钾有利于减低镉含量。广州地区的多种有机废料: 白滤泥、黑滤泥、蔗渣、猪粪、城市污泥、粉煤灰、硅藻土对叶菜吸收镉、铅有明显的抑制作用, 特别是糖厂废料—白滤泥, 对降低重金属在农产品中的含量及减轻酸雨对土壤的酸化有明显作用。雍菜淹水栽培比旱式栽培含镉量明显较低。不同种类的蔬菜生长在同一污染土壤上, 其食用部分重金属浓度有明显差异, 通常叶菜类如菜心、雍菜、白菜含镉、铜等重金属较高; 块根茎类如芋头次之; 果实类如蕃匭、豆角则较低, 且豆角比西红柿更低。同一种作物的不同品种(变种)重金属含量也有差别, 供试的 20 多个水稻品种中, 汕优 63、汕优 64、等

<sup>①</sup> 国家和广东省自然科学基金资助项目部分结果。



杂交品种镉、铅含量较高，而野奥丝苗、增城丝苗、黑糯等优质米含镉、铅较低。华南地区 7 个菜心品种中，迟菜心 2 号含镉量明显较高，特青菜心 60 天、50 天则比其它品种为低，不同品种间差异可达 1 倍以上。因此，采用综合农业治理措施可有明显的效果。

## 二氧化硫对作物的生物化学影响

李瑞智

(西南师范大学, 重庆 630715)

二氧化硫排入大气和氮氧化合物在大气中经氧化与雨水相遇可转化为硫酸和硝酸，形成酸雨。重庆是全国酸雨污染最严重的城市之一，全市能源的使用高硫原煤为主，每年有 80 多万吨二氧化硫排出，占全国排放量的 5%，占四川全省排放量的一半。在 1981—1987 年期间市区酸雨频率由 85% 上升到 100%，酸雨 pH 年均值 (4.65 下降到 3.94)，近年有好转。酸雨使宜种作物种类减少和产量下降 (青长乐, 1988) 为此，我们以小麦、玉米和绿豆等为材料，探讨了二氧化硫对作物的生物化学的影响。

### 实验结果：

1.  $\text{SO}_2$  熏气使绿豆、小麦、玉米幼苗叶片过氧化物酶活性明显增加，用聚丙烯酰胺凝胶电泳—酸染色法分析过氧化物酶同工酶，结果表明  $\text{SO}_2$  对过氧化物酶同工酶也有影响。经  $\text{SO}_2$  处理的叶片的同工酶各条酶谱带活性比对照均有增加，而且某些条带活性大为提高 (玉米的第 5—8 条带，小麦的第 2、3、6、7 带) 在绿豆幼叶受害后有一条活性较强的新带谱出现。

2.  $\text{SO}_2$  伤害小麦、绿豆、豇豆、四季豆、南瓜、丝瓜幼苗后，引起超氧化物歧化酶 (SOD) 和过氧化物酶 (POD) 同工酶出现新酶谱带，而且随着污染次数增加，此新同工酶谱带越明显，说明 SOD 同工酶的变化与  $\text{SO}_2$  伤害有一定关系。经分析新出现的酶谱带属 Cu—Zn—SOD 类型。

3.  $\text{SO}_2$  熏染的小麦、绿豆幼苗，体内游离氨基酸和游离脯氨酸积累增多。各种作物的游离脯氨酸的含量各不相同，含量高的污染后伤害小。这与逆境下游离脯氨酸积累有利于抗胁迫的论点相符。

4.  $\text{SO}_2$  支作物蛋白质含量的影响，在  $\text{SO}_2$  浓度较低时，随着受害时间延长，总氮量下降 2—5%，变化较小；蛋白质含量降低较大，从处理 4 小时、8 小时到 12 小时看，含量分别下降 9%、12% 到 14%。从  $\text{SO}_2$  浓度不同的实验看， $\text{SO}_2$  浓度大，受害时间长，总氮量均下降 4%，蛋白质含量下降率都在 11% 以上，而彼此差别较小，且和低浓度长时间受害结果相近。说明  $\text{SO}_2$  对蛋白质代谢有影响，在受害程度低时，随受害程度加深蛋白质含量相应降低，但受害到一定程度后蛋白质含量降低到一定限度后变化较小。

在上述基础上，我们于 1993 年又研究了模拟酸雨对绿豆、玉米生理生态特性及产量的影响，切有较好的结果。

### 三、中国生物多样性的保护 与持续利用



三  
謝清園先生文集卷之三  
和陳勉齋

人为活动干扰下草原物种多样性变化的生态过程

扬 持 宝音陶格涛

(内蒙古大学自然资源研究所, 呼和浩特 010021)

研究人为活动干扰下物种多样性变化的生态过程, 才有可能了解变化的规律, 进而才有可能提供制定保护措施的依据。

研究不同草原类型不同放牧退化阶段的物种多样性变经 (见下表):

	小针茅草原			克氏针茅草原			大针茅草原			羊草草原		
	Shannon-	Simpson	均匀度	Shannon-	Simpson	均匀度	Shannon-	Simpson	均匀度	Shannon-	Simpson	均匀度
	wiener			wiener			wiener			wiener		
	指 数	指 数		指 数	指 数		指 数	指 数		指 数	指 数	
I	1. 0590	0. 2727	1. 4785							3. 1083	0. 6865	1. 5530
II	2. 3170	0. 6716	2. 1844	2. 1951	0. 5823	2. 2978	2. 1416	0. 5710	2. 1296	3. 1256	0. 8156	2. 0547
III	2. 6530	0. 7528	2. 33588	3. 2648	0. 8309	2. 1458	3. 0837	0. 7711	2. 6187	3. 6847	0. 8681	2. 3168
IV	2. 6256	0. 7876	2. 1653	3. 2173	0. 8637	2. 3237	3. 8457	0. 8981	2. 4530	3. 6248	0. 8855	2. 4287
V	2. 4107	0. 6949	2. 1654	2. 0917	0. 5681	2. 1082	2. 8675	0. 7296		2. 2602	0. 5841	

I 正常 II - 轻度 III - 中度 IV 重度 V - 过度

虽 Shannon-Wiener 指数与 Simpson 指数表示的多样性并不完全一致, 但总体规律上较明确的说明, 无论哪种类型均表现为物种多样性随放牧利用强度的变化近于一致的增减趋势:  $III \leq IV > II > V > I$ , 这种趋势与均匀度变化的趋势大体一致。而不同阶段的物种丰富度波动不大, 由此说明两个问题:

- (1) 放牧引起多样性变化的生态过程主要是均匀度改变的结果。
- (2) 多样性是干扰梯度的峰形函数, 中度干扰导致最大的多样性, 所以可以根据多样性变化的峰形函数确定放牧保护的临界等级 (阈值)。

不同恢复措施对退化草地物种多样性变化的影响, 表现了另一种人为干扰下物种多样性变化的生态过程, 不同恢复措施包括围栏封育、轻耙松土、浅耕翻; 观察的时间尺度从 1983—1992 年; 考察的退化草地类型为冷蒿丛生小禾草群落。通过 9 年的观测, 可明显的看出:

- (1) 退化草地恢复过程中, 多样性变化的生态过程也主要是均匀度改变的结果。
- (2) 不同恢复措施对退化草地生态系统的干扰强度不同。浅耕翻处理的干扰强度致使退化生态系统的结构受到破坏, 根茎型禾草的根茎被节断, 刺激根茎牙萌发, 枝条数量增多, 优势种群的优势作用有较快的增大, 均匀度下降, 多样性降低。



# 广西森林野生动植物物种多样性保护与持续利用对策<sup>①</sup>

温远光

(广西农业大学林学院, 南宁 530001)

生物多样性是人类赖以生存、社会保持稳定、经济持续发展的物质基础和有效保证。但是, 长期以来, 人类的生产生活特别是对生物资源的不合理利用, 导致森林退化, 生物多样性萎缩, 这给人类社会、经济及其环境的前景蒙上越来越多的阴影, 直接威胁着人类的持续生存。因此, 研究物种多样性保护与持续利用对策意义重大。

## 1. 广西森林野生动植物物种多样性特点

广西植物物种多样性十分丰富, 据不完全统计, 现知维管束植物约 8000 种, 其中材用乔灌木树种 1800 多种, 药用植物 3800 多种, 纤维植物 300 多种, 油脂植物 200 多种, 淀粉植物 150 多种, 芳香植物 150 多种等等。这些植物中属国家重点保护的共 122 种, 其中, 一级保护植物 4 种、二级 51 种、三级 67 种。属广西特有及准特有种达 587 种。

广西丰富的植物资源, 孕育了多样化的森林植被类型。据粗略统计, 广西天然森林植被有 15 个植被型, 250 个群系。其中既有典型热带的以龙脑香科为标志的雨林类型, 又有喜冷凉气候的以冷杉为标志的中亚热带的针叶林类型; 有陆地植被的类型, 又有海岸植被和海岛植被的类型。

广西的野生动物资源也很丰富, 现知森林类型的陆栖脊椎野生动物 884 种 (含亚种), 其中鸟类 520 种, 占全国鸟类种数的 43.8%; 兽类 133 种, 占全国兽类种数的 30% 以上; 两栖类 74 种, 占全国两栖类种数的 35%; 爬行类 157 种, 占全国的 45.9%。它们中属国家一级重点保护的野生动物有 25 种, 二级 117 种, 此外, 广西地方保护的野生动物还有 148 种。

## 2. 野生动植物保护与利用概况

广西政府十分重视自然保护区建设, 于 60 年代初开始建立自然保护区, 1982 年批准成立 56 个水源林保护区, 现经区划的自然保护区共 64 个, 有 52 个已建立管理机构, 配有管理人员 1767 人。保护区面积 17886km<sup>2</sup>, 占全区总面积的 7.53%。保护区的建立为生物多样性的保护和持续利用发挥了积极的作用。

广西的野生动植物的开发利用历史久远, 开发种类也较多, 例如, 已被利用的主要经济蛇类就有 17 种; 用于城市园林绿化及观赏的植物约 400—500 种, 约占植物总种数 5%; 经常收购或较大宗利用的中草药约有 150—200 种等等。这些经济动植物的开发利用给广西经济的持续发展和环境建设提供了物质基础。

诚然, 广西在森林野生动植物的保护和利用方面仍然存在着这样那样的问题, 而且有

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目。

的问题还十分严峻。例如，对野生动植物的滥捕、滥杀、滥挖尚未能有效地制止，生物多样性还在继续遭到比较严重的破坏；自然保护区投入不足，家底不清，无法以实现对生物多样性的有效保护和持续利用等等。

### 3. 广西森林野生动植物物种多样性保护与持续利用对策

鉴于广西的区情及生物多样性保护和利用现状，为使生物多样性得以有效地保护和持续地利用，建议采取如下措施：（1）挽救生物多样性：通过立法、宣传及加强管理等措施，扼制生物多样性的再度破坏；（2）研究生物多样性：尽快完成生物多样性编目，查明其组成、分布、结构和功能，揭示生物多样性丧失的机制，发展生物多样性保护技术，这有赖于政府的投入；（3）持续合理地利用生物多样性：制定利用生物资源的法律、法规及合理价值，对于大宗的开发，必须建立人工繁育基地，确保生物多样性的持续利用。

## 保护畜禽品种多样性是畜牧业稳定持续发展的保证

沈长江

（中国科学院自然资源综合考察委员会，北京 100101）

### 1. 不可掉以轻心的问题

自然界生物物种保证了生态系统的稳定性与人类环境的持续发展。畜禽品种多样性是保证畜牧业生产系统稳定持续发展的基本条件，是使畜牧业能够顺应经常变化的生产环境，保证畜禽正常繁殖、生长发育，不断为人类提供肉乳皮毛等多种产品，因为畜禽生产是通过品种的活动才得以体现。但品种结构的日趋单一化是使畜牧业生产走向崩溃的威胁。用高产品种替代低产品种或盲目无止境的级进杂交，必将带来毁灭多样性的灾难。但在盲目追求畜牧业经济效益的短期行为中，此种危险性难以避免。目前在我国畜牧业生产中，这一矛盾正日益尖锐，尚未广泛引起人们的重视，仍在不断追求这一危险的结果。国际上自七十年代以来，已经给予重视，逐步成为国际广泛的联合行动。当然，各地区各国间的发展是不平衡的。而我国在畜牧业生产领域内的观念与行动仍处于后进状态。因此，要充分认识这一问题的严重性，不可继续掉以轻心。

### 2. 我国畜禽品种的多样性及其保护对策

保护畜禽品种的多样性实质上是对遗传资源多样性的保护。畜禽的遗传资源包括品种，类群，基因，DNA 等广泛的遗传物质。对畜牧业当前与长远发展最具影响而重要的遗传物质仍是品种。故我们在当前要着重讨论品种多样性保护的问题。

现在全国已知共有畜禽品种 601 个，除去从国外引入的品种 126 个，属本国的品种共 475 个。其中地方品种 385 个，改良育成品种 90 个。这些品种于 1990 年生产各种肉类 2856.7 万吨，羊毛 25.6 万吨，奶类 475.1 万吨及禽蛋 794.6 万吨。我国是目前世界上品种资源最丰富的国家，品种数量占世界的 18.7%，占亚太地区的 61.2%。而且不少品种具有独特的表型性状，如高繁殖率，高乳脂率，优良的肉类品质，或某些药用价值，优良的天



然纤维、耐高寒耐山地放牧与耐恶劣的自然条件等特性，均为国际育种者所重视。因此，自古以来，我国的畜禽品种即对国外畜禽品种的形成有重要影响，例如我国的猪，鸡，鸭某些品种参与育成了国外的新品种。至今不少西欧国家仍在利用我国的梅山猪改良其本国品种。相反，我们面对自己丰富的品种资源未予重视，盲目引入外国品种，盲目推行级进杂交，造成恶劣后果，使目前处于即将灭绝的与濒危的地方品种数占品种总数的 10.2%，已灭绝的品种占 3%，其中以猪，鸡，马，牛等的品种最为严重。

为此，我们强调以下对策：

(1) 端正对保护畜禽品种多样性的认识，制定相应的行动规划与政府措施。(2) 实施正确的保护策略，即以主动保种（或开发保种）为主，以被动保种（或保存保种）为辅的策略，在全国有计划有步骤地展开。(3) 继续品种补查及品种资源的编目造册工作。(4) 建设相应的数据库与信息系统，每隔五年完成一次数据更新，并与国际接轨。(5) 在畜禽生产中慎重应用基因工程技术。(6) 要有足够的国有经费支持。同时，应制定有关的法规条例，成立相关组织，加强畜禽品种多样性保护的管理。

## 论我国昆虫多样性的保护与利用

尤民生

（福建农业大学植保系，福州 350002）

在人类社会发展的历史过程中，随着人口的迅速增长和各种经济活动的不断加剧，导致人类赖以生成的生物多样性受到严重威胁。因此，近年来国际社会对生物多样性的保护和利用不仅有了普遍的共识，而且正在采取共同的行动。

昆虫是一类重要的生物，它们虽然个体很小，但是种类繁多。昆虫不仅可以作为农作物的授粉者和有害生物的天敌，而且可以作为人类的重要资源加以利用，它们在维持生态平衡、生物防治、农业生产、医药保健和作为轻工原料等方面起着重要的作用。

我国幅员辽阔，地形复杂，生境多样，各地的气候、植被、土壤等自然条件和自然资源也有显著差异。在这样纷繁的自然环境中，孕育着丰富多样的昆虫种类。据估计，全世界的昆虫大约有 150—3000 万种，目前已经定名的约有 75 万种，占生物界的 53.57%。一般认为，中国昆虫的种数大约为全世界的十分之一，根据这个比例推算，我国昆虫的数量应为 15—300 万种。我国昆虫不仅物种数很多，而且拥有许多珍稀的特有种，它们在种质保存和进化系统中具有重要意义。例如，蜚蠊目中国仅有 1 种，缺翅目仅有 2 种，两栖甲科仅有 2 种，这些特有种如果灭绝，世界昆虫多样性就会受到影响，因此，它们是我国昆虫多样性研究和保护的重点对象。据初步的调查和统计，我国拥有资源昆虫不下 3000 种。其中可用作工业材料的昆虫有 40 多种，食用昆虫有 600 多种，药用昆虫有 300 多种，传粉昆虫有 300 多种，饲料昆虫有 1000 多种，天敌昆虫有 1000 多种，工艺观赏昆虫有 400 多种。

由于缺乏保护生物多样性的意识,对生态规律认识不够,因此,人们在剧烈的砍挖、捕猎、垦荒等生产和经济活动过程中,严重干扰和破坏了昆虫及其它生物赖以生存的生态系统。有人估计,由于人类干扰所造成的物种灭绝的速度为自然灭绝率的1000多倍,全世界每年灭绝的野生生物高达4万种,相当于每天有近110种的生物悄声绝迹了。根据已经定名的物种数量及昆虫所占的比例(53.37%)推算,即全世界每年应有2万多种昆虫灭绝;再根据我国昆虫占全世界昆虫总数10%的比例推算,即中国每年灭绝的昆虫数量约为2000种。有许多昆虫可能在我们还没有发现和认识它们之前就已经灭绝了!

我国的昆虫资源虽然十分丰富,但也面临着许多严峻的问题,只有进行有效的保护和科学地开发,才能保证永续地利用。如今,我们对占生物界近三分之二的昆虫至今还认识得很不够,要想科学地保护和利用它们,首先必须加强昆虫多样性的基础研究。其次,通过各种途径和方式进行宣传教育,强化和提高人们保护昆虫多样性的意识,也是有效保护和综合利用昆虫资源的重要基础工作。八十年代以来,我国先后颁布了一些有关自然资源的保护法规和政策,这些法令都直接或间接地起到保护昆虫多样性的作用。因此,针对昆虫多样性的保护和利用,加强立法和执法是十分必要的,目前我国已经建立起来的700多个自然保护区,它们对于保护昆虫及其它生物的多样性发挥了极其重要的作用。然而,与我国拥有的自然资源和需要保护的對象来衡量,这项工作还需进一步加强,包括建立新的保护区,扩大保护区的面积,优化布局,严格管理等。实践表明,滥用农药不仅会直接杀伤许多有益的昆虫种类,包括天敌昆虫、授粉昆虫、资源昆虫等,而且会污染环境,改变和恶化昆虫的栖息地,从而间接地影响昆虫的多样性。因此,我们必须严格执行农药施用法规,通过合理用药,如使用选择性的杀虫剂,控制药剂的浓度和用量,选择适当的用药时间和用药方法,把农药可能产生的副作用降到最低程度,以利于保护有益昆虫。

## 长白松林生物多样性的保护与持续利用<sup>①</sup>

邹春静 徐文铎 杨一平

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

长白松(*Pinus sylvestriiformis*)是长白山地区特有的二针松,是我国北方优良的造林先锋树种。但其天然分布范围十分狭窄,仅见于长白山北坡约200ha,而且由于近几十年来人类活动的严重影响,已濒临灭绝。为保护这一优良的天然基因,本文系统地研究了长白松林的生物多样性,为其保护和持续利用提供科学依据。

### 1. 长白松种群遗传多样性的研究

从遗传生态学的角度,以酶水平研究了长白松两个种群的遗传多样性。采用聚丙烯酰胺凝胶电泳技术,检测了长白松雌配子体的多种同功酶型,根据多态基因位点标准,发现

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目



检测基因位点的 63% 是多态的; 8 个基因位点样品的杂合性是 0.3157; 每个基因位点的平均等位基因数是 2.19; 种群间基因多样性的分化明显效果是 9%, 总的基因多样性的 91% 在种群内; 两个种群的遗传距离为 0.0819。以上结果说明, 长白松种群具有比较丰富的遗传多样性, 并有一定程度的分化, 这将为迁地保护长白松基因库的规模、布局、取样策略和对策, 以及扩大长白松营林提供基础资料和依据。

## 2. 长白松群落物种多样性的研究

采用常规的群落学统计方法, 选择 8 块  $20 \times 20\text{m}$  的标准地, 经统计, 发现有维管束植物 118 种, 分属于 42 科 96 属, 其中较多的有菊科占 19%, 蔷薇科占 11%, 豆科 7%, 伞形科 6%, 百合科和松科各占 5% 和 4%, 其余大部分都属于单科属植物。通过数量分析可得, 林下草本植物的 Simpson 指数为 0.81, Shannon—Wiener 指数为 2.96, 种间相遇机率为 0.82, 物种均匀度为 0.80。根据 Raunkiaer 的生活型分类系统, 林内以地面芽植物最为丰富, 占 35.71%, 其次是高位芽植物和地上芽植物, 分别占 28.57% 和 23.01%, 而地下芽植物、苔藓植物和一年生草本则很少。

## 3. 长白松林生态系统的研究

长白松林是非常特殊的森林生态系统类型, 本文研究了其结构、功能和生物生产力。从结构上看, 属于同龄林分, 其成层结构比较简单, 明显地可区分出乔、灌、草三层, 由于乔木层郁闭度大, 林下植物发育不良。伴随着能量的流动, 营养元素在生态系统中积累和分配, 这是生态系统的功能。长白松林乔、灌、草三层对营养元素 (N, P, K, Ca, Mg) 的贮量分别为 800.53、45.03 和 49.65kg/ha, 年积累速率分别为 113.75、5.91 和 27.73kg/ha·yr。通过生物量和生产力的研究, 发现长白松林生态系统的生物量结构为乔木层 95.62%, 灌木层 2.01%, 草本层 2.04%, 生产力结构分别为 83.47%, 2.49% 和 13.22%。

## 4. 长白松的保护措施

长白松是我国珍贵的自然资源, 国家已将其列为重点保护植物, 保护的目的是持续利用, 那么如何保护和持续利用长白松呢。

4.1 就地保护。建立保护区, 排除人为干扰, 但由于长白松自更新困难, 需人工辅助促进其更新。

4.2 迁地保护。植物园、种子库、基因库是植物迁地保护重要的场地。

4.3 加强科学研究, 了解长白松种群发生、发展、演化和衰亡规律以及其生态适应机理和调控途径, 为长白松的保护提供科学依据。

4.4 通过宣传教育, 增强人们的生态保护意识, 以达到“青山常在, 永续利用”。

# 西双版纳基诺族村寨林地及农作区鸟类多样性研究

王直军

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650233)

随着人类经济活动加剧, 自然环境条件速变; 人与自然的协调发展, 保护生物多样性已成为突出的问题。本文分析了基诺族村寨林地及农作区鸟类多样性变化, 以探寻地方民族与自然环境的协调发展。

工作地在基诺山(也称优乐山,  $E100^{\circ}55'33''-101^{\circ}14'45''$ ,  $N20^{\circ}53'11''-22^{\circ}9'59''$ )位于云南南部西双版纳傣族自治州, 海拔 550—1691 米, 季风气候类型, 年平均气温  $19^{\circ}\text{C}$  左右, 年降雨超过 1400 毫米, 降雨集中在 5—10 月。该区自然植被主要是热带季雨林和常绿阔叶林由于人为活动影响, 自然植被不断减少。1950 年自然植被覆盖率为 60%, 到 1990 年已降到 40% 左右。自然植被破坏后的地方已成为结构较简单的竹林, 人工橡胶林, 灌丛草地。据 1992 年人口调查, 基诺山区 623 平方公里地域内居住着 10, 898 基诺族人, 该区 75% 属国家自然保护区, 基诺族的轮歇、农作地约 15, 237 公顷镶嵌分布于自然保护区。其农作已从简单的刀耕火种发展稳定在轮歇管理方式, 但采集野生植物产品和狩猎, 仍一直是基诺族人们获取食物的重要方式之一, 基诺族人与自然环境的相互关系是非常直接明显的。鸟类是基诺人最熟悉的野生动物, 每一种鸟都有相应的基诺名, 它们又与基诺族的生活, 生产及民族习俗联系着。

最近调查结果与 1987 年在基诺寨附近记录的鸟类比较, 用变异系数 CV 评价: 热带雨林有 54 种未记录到, 变异系数值为 33.49, 种间数量控制关系变异系数 31.42, 食物网络关系变异系数 21.69, 常绿阔叶林有 52 种未记录到, 变异系数为 33.13, 种间数量控制关系变异系数 33.09, 食物网络关系变异系数 31.18; 茶园鸟类未记录到 12 种, 变异系数为 18.05, 种间数量控制变异 26.06, 食物网络关系变异 17.86, 灌木草地及轮歇休闲地鸟类减少 33 种, 变异系数为 33.57, 种间数量控制变异 34.77, 食物网络关系变异 23.53; 农作区鸟类减少 31 种, 变异系数为 52.8, 种间数量控制关系变异高达 99.74, 食物网络关系的变异也很大, 为 78.61。由于人为影响, 鸟种减少的变化是广泛的; 其中, 森林鸟类减少最多, 大型鸟种类和数量都锐减。农作区和轮歇休闲地鸟种及种间数量控制变化都较大, 农作区变异系数最高。食物网络关系的变化, 天敌鸟类减少; 农作区能捕食小型脊椎动物的鸟类, 仅见棕背伯劳一种, 主要食虫的鸟类, 除燕子外多度很低。这些变化都与生境改变和人们使用资源的情况有关。

按传统习惯, 基诺族的土地一般分片休闲、轮歇使用; 至少划分为 13 片, 每年使用一片, 还注意常期保存一些有价值的树种。这样, 在人工作用下, 形成循环的自然衍替和耕作, 历史上无退化山地。在休闲地上除保留树种外, 长出连片灌草植被, 为野生动物提供了良好的生境、营巢场所, 对鸟类及其它野生动物多样性保存有一定作用。目前, 由于人



口增加, 轮歇地过度使用, 休闲期缩短土地肥力退化; 同时也失去了能发展到一定阶段供多种野生动物繁衍的生境。然而, 市场经济的冲击, 狩猎活动却在加剧。无一定数量的大型野生动物满足需要, 狩猎进一步投向小型鸟类。狩猎的原因, 除农户的经济利益外, 在于缺乏科学管理导向。种多样性指数和均匀度反映出, 农作区鸟类多样性及均匀度都较低, 天敌种类减少突出, 自然控制失平。自然林结构有一定复杂性, 鸟种及数量仍相对较高, 种间可自然调控, 有着较丰富营养通道和复杂的种群控制机理, 均匀度较大。可见保护热带雨林和常绿阔叶林原生生境, 对生物多样性的保存是及其重要的。鸟类多样性保护直接与林地管理有关, 是一个动态的社会过程。保护环境和生物多样性, 需研究民族传统习俗。

## 保护土壤生物多样性

章家恩 徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

保护生物多样性目前已成为全球人民共同关心的问题。森林是丰富的基因库和物种库, 它作为保护生物多样性的重要阵地, 已受到了人们的极大关注, 对其研究及报道很多。这里, 笔者认为, 土壤也是一个重要的地下生物宝库, 对土壤生物多样性的保护也应予以足够重视。

### 1. 土壤生物多样性

土壤是一个丰富的物种库。土壤是土壤生物聚居的地方, 土壤中生活着丰富的微生物、动物和一些低等植物。土壤是微生物的良好环境, 是微生物的大本营, 几乎全部细菌与真菌都可生活在土壤中。据统计, 已经鉴别的土壤细菌有近 50 个属, 250 种, 土壤真菌有约 170 属, 690 多种。土壤动物的种类数以千计。土壤动物由土壤原生动物(protozoa)和土壤后生动物群落(如线虫、弹尾虫、鼠类、蜈蚣、蚂蚁、蚯蚓、蜘蛛、某些昆虫等)组成。土壤植物主要指生活在土壤表面或浅层的一些低等植物如各种藻类、地衣等, 另外还应包括高等植物活的根系和地下块茎, 它们也具有生物活性。

土壤生物不仅种类丰富, 而且数量也极其巨大。据统计, 每克土壤中微生物的数量可达 1 亿个以上, 最多可达几十亿个。每平方米土壤中, 无脊椎动物(如蚯蚓、蜈蚣及各种昆虫幼虫等)有几十到几百个, 小的无脊椎动物(如壁虱、弹尾虫等)可达几万到几十万, 线虫数以万计。在森林土壤中其数量更多。若以重量计, 每公顷土壤中可有 5—8 吨活动物质。

土壤物质的多样性还表现在土壤是一个丰富的种子库、基因库。土壤中保存了不同年代不同植物的种子, 而且具有生物活性, 因而土壤种子库使许多物种基因得以保存和延续。另外, 土壤中还贮存着许多动物的卵、蛹、幼虫及越冬态等不活动状态, 它们在土壤中也都能保存较长的时间, 因而从某种意义上说, 土壤也是动物的物种与基因贮藏库。

### 2. 土壤生物多样性的丧失与保护

由于人类对土壤资源的滥用, 农用化学品的大量施用, 环境污染的加重, 土壤生态系统遭受破坏, 使土壤生物多样性不断下降和丧失, 土壤生物的种类和数量逐渐减少乃至灭绝。土壤中化学物质的积累和残留, 可使生物的正常代谢受到抑制、阻碍甚至死亡。城乡和道路建设用地使大片土地“水泥化”或“沥青化”, 加上车辆的扰动和人为的践踏, 使得土壤生物几乎无法生存。许多土壤动物(如鳝鱼、泥鳅、蚂蚁、蚯蚓等)因具有较高的营养或医用价值进入了人类的食谱, 因而遭到大量捕杀, 导致这类动物数量锐减乃至灭绝。

土壤生物在自然界生态系统中扮演着消费者和分解者的角色, 对物质循环和能量流动起着不可替代的作用。土壤生物在土壤形成、发育、肥力保护和维持土壤生态系统的自身平衡方面具有十分重要的意义。同时, 土壤微生物可对各类污染物质进行代谢、降解和转化, 起到环境“过滤”和“净化”的作用。因此, 合理利用土壤资源, 保护土壤生物多样性具有十分重要的意义, 对其研究和保护应予以足够的重视。

## 天目山森林生物多样性的生态学特征及其保持

周重光

(浙江省林业科学研究所, 杭州 310012)

1. 天目山位于浙江临安境内, 主峰仙人顶海拔高 1506 米, 是长江和钱塘江水系的分水岭, 为国家级自然保护区之一, 属中亚热带季风气候。森林覆盖率达 95% 以上。由山麓到山巅, 形成了 4 个森林垂直带谱, 包括 7 个森林类群: (1) 常绿阔叶林; (2) 常绿—落叶阔叶林; (3) 落叶阔叶林; (4) 山顶灌丛—矮林; (5) 针叶林(包括多种松林); (6) 针阔混交林; (7) 毛竹林。上述诸类群, 物种丰富, 结构复杂, 并有高大、古老、珍稀、子遗树种, 共同构成了较完整的具有天目山特色的森林生态系统, 是我国东南沿海中亚热带一个很有价值的森林生物资源宝库。

2. 天目山森林生物区系成分繁多, 地理起源复杂。保护区内, 有高等植物 2160 种(971 属), 其中种子植物 1718 (746 属), 蕨类植物 151 种(68 属), 苔藓植物 291 种(142 属)……有动物 2139 种(51 目), 其中哺乳动物 74 种, 鸟类 148 种, 爬行类 44 种, 昆虫类 1853 种……

从地理分布区看, 种子植物总属中, 亚热带—温带属占 62.1%, 热带属占 37.9%; 蕨类植物的热带—亚热带属占 40.0%, 热带—亚热带—温带属占 32.0%, 温带属占 10.0%; 广布属占 18.6%。动物的地理成分, 在 74 种哺乳动物中, 热带—亚热带的占 75.7%, 温带的占 24.3%。留居天目山繁殖的 108 种鸟类中, 热带—亚热带种占 65.7%, 温带种占 17.6%, 广布种占 16.7%。昆虫类大部分属于热带亚热带属。从以上动、植物种属生态地理分布亲缘关系看, 天目山森林生物种属具有显著的南北过渡的特征。

3. 天目山生态环境复杂, 与其相适应而出现的诸多森林类群, 其组成成分和结构也不相同, 在“物竞天择”的历史长河中, 在营养需求的基础上, 各物种之间构成了密切联系



的食物链和食物网,使天目山森林生态系统(包括其子系统和微生态系统),长期以来,大体上处于稳定状态。在此过程中,生物种或其种群及其与环境之间,既“相生相克”,又不断地改变着自身的生活机制和遗传基因,达到“协同进化”,以适应于新的生存空间。天目山森林,历经沧桑,经久不衰,除人为保护外,其生物和生境的多样性以及诸多物种对生境的适应和变异,乃是天目山木林延续、演化和发展的主要因素。

4. 天目山森林生态系统的功能是多样的,对环境、经济和社会生活,具有显著的影响。天目山保护区地表径流量,比区外减少10%,截留量增大15%。极少出现水土流失。大气质量,达到国家一级标准。天目山物种资源丰富,药用植物达1150余种,蜜源植物800余种,油料植物200多种…还有多种食用、药用真菌和观赏、毛皮用、肉用的动物…。

天目山森林叠翠,景色宜人,久远以来,已成为科研,疗养和游览的胜地,受到国内外的重视和向往。

5. 为维护天目山森林生物的多样性及其生态系统的功能,应进行以下工作:

5.1 以现有的自然保护区为主体,扩大其范围,以求能确保原有保护区森林生态系统的多样性、稳定性和持续发展。

5.2 根据自然保护的需求,利用航测照片,按照自然地理及生物特点,将全区划分为若干功能区、标明序号,分别进行本底调查,作为科学规划的基础。

5.3 根据本底调查,规划出各区发展方向、经营技术要求,施工程序等,编制较完整的工作计划,作为合理经营和科研的依据。

5.4 充分运用现代生态学基础理论及其应用技术,认真保护和管理好天目山森林,使其能持续发展,增强功能,提高效益,造福人类。

## 关于水生维管束植物生物多样性保护

叶居新 洪瑞川 何池全

(南昌大学, 南昌市 330029)

水生维管束植物(Aquatic Vascular Plants, 以下简称 AVP)的研究在近十余年内已有不少论著相继问世。AVP 种类少,个体小,花期短,变异大,不稳定的生境条件使其种群数量和群落性质常有波动,在植物生理学、生态学与分类学研究中难度较大;再者,AVP 不如陆生高大乔木那样可产生“斧头一响,黄金万两”的美妙效应,也许这都是过去 AVP 研究成为冷门的原因。AVP 是“水生杂草”或“稻田草害”,这起码是本研究突然“热闹起来”的原因之一。但,即使在水生杂草的著作中,也可听到著者关于 AVP 物种因水域污染而灭绝的感叹。

AVP 物种濒危的原因尽管多样,但最终还要归咎于人。人,可在瞬间或使大面积水域干涸,或完全改变水生生物区系及水的理化性质,致使水韭、水蕨、水车前、水禾、三白草、品萍等属种濒临灭绝。目前,城市水域大多成为最方便的垃圾箱,其中偶见浮萍、菹

草等少数种植物,有的则成了“水华”浮泛。臭气四溢的“水域沙漠”。于是逐被填平,耸起楼房。生长于热带海滨的红树植物,由于人们砍作燃料、枕木、矿坑支柱,由于被大量割取树胶、提取单宁和染料,由于石油、农药及工业污染,致使这特殊的木本 AVP 类群遭到威胁。继之,上述水域被填平造陆、盖房,或兴建道路、港口、别墅、旅馆及椰子农场。如此,红树群落已在佛罗里达消失;在印度和孟加拉仅于近 20 年内便减少 770 平方公里;在越战时期,美军使用 2,4-D 和 2,4,5-T 使上千平方公里的红树林遭到毁灭。从而为海洪、海啸、海侵大开方便之门。

论及 AVP 的物种价值,当籽莲大片染病受害时,人们自然会想到莲的品种资源的保存与开发;在水稻育种的“万花筒”内,数种野生稻 (*Oryza spp.*) 倍受农学家青睐;当渴望攫取植物纤维财富的人们看到北方湖沼封冻时的芦花飘飞景象时,将不再咒骂这耕地中的根茎性害草;“鄱阳湖的草,餐桌上的宝”,这菱蒿竟然成了今日绿色食品开发者实验室里的座上宾。然而世间还有许多贴不上价格标签、也无法以货币额衡量的事物。例如美学的、生态的、社会的和伦理道德的价值等等。试想,为了我们这一代人的挥霍与享受,而将水面盛开苕菜、花蔺、菊藻、水苏、萍蓬草、雨久花、水毛茛鲜花的水域变成臭水留给后代,这是什么伦理道德;再者,在生物进化中,AVP 多数生存于淡水而表明其次生性质;其分类群在大量灭绝后留下的多为单型或寡型类群。AVP 在我国仅有 50 余科,140 余属,400 余种;江西不过 40 余科、100 余属、200 余种。其中还包括 *Carex spp.* 等中生或湿生植物。这些数亿年产生的少数种类将消失在我们这一代人手中,对此实则难以交待;而 AVP 在“牵一发,动全身”的生物圈整体生态效应中又扮演什么角色?对此,人们的大脑尚远不及研究股票行情和商品利率那样表现出构造与功能的臻至完美。

公元 1992 年,我国成为《生物多样性公约》和《国际重要湿地公约》的缔约国。今后我们将面临 AVP 生物多样性研究方法 with 保护方法的研究任务。

## 矿山采石对植物群落多样性的影响及其采后的恢复对策

上官铁梁 郑凤英 许 念\*

(山西大学生命科学系,太原 030006)

石灰石是建材、水泥、石灰、平板玻璃等生产的重要原料或辅料,随着社会经济和城乡建设的发展,石料的开采量不断增加,在其开采过程中势必造成植被生态景观的破坏及其植物群落类型和物种多样性的丧失,因此,采石区的采后植被恢复已经引起各方面的广泛重视。近年来我们对太原市近郊采石场采石前后的群落多样性和物种多样进行了初步研究,并探讨了采石后植被生态景观恢复和重建的对策。太原是我国能源重化工基地的核心区,经济建设的发展需要石料量与日俱增,现有各种采石场 87 个,主要分布在太原西山的

\* 太原市环境保护科学研究所



山麓石灰岩区(属吕梁山东坡的浅山区),海拔 850—1100 米之间,每年开山露采量为 150—200 万  $\text{m}^3$ 。

初步调查表明,采石区的物种多样性比较丰富,计有蕨类植物 4 种,种子植物 43 科,123 属,187 种。种数较多的科是禾本科、菊科、豆科、蔷薇科等。组成采石区的植物群落类型也较多样,木本群落类型有侧柏矮林、荆条灌丛、黄栌灌丛、虎榛子灌丛、蚂蚱腿子灌丛、黄刺玫灌丛、本氏木蓝灌丛、小叶鼠李+少脉雀梅藤灌丛、杜柳灌丛和酸枣灌丛等。草本群落有白羊草草丛、蒿类半灌木草丛、狗尾草+鬼针草群落等。还有荆条+酸枣——白羊草灌草丛、荆条+黄刺玫——隐子草灌草丛等。共计 15 个群系。

上述群落类型和物种多样性在采石区内因采石的干扰全部丧失,仅在废渣碎石堆上有一年生或多年生草本植物零星生长,常见有狗尾草、鬼针草、黄花蒿、猪毛菜等。群落多样性完全丧失,物种多样性丧失率为 89%。采石区内的生态功能严重受损,生态系统极不稳定。

通过对弃采区植被自然恢复途径和机制的研究,我们提出了以植被演替和生态系统动态理论为原则的采后植被恢复和重建对策,即:(1)选用采石区的优势种群的绿化对策,这些优势种群的适应性强、成活率高,可缩短恢复周期。(2)合理利用和保护采石区土壤资源,重视种子库在植被恢复和重建中对物种多样性和群落多类型和多层次的作用。(3)采用交替循环恢复法,边开采边恢复,可降低生物多样性的丧失率,提高采石面植被覆盖率。(4)采石区植被生态景观恢复的规划,要生物措施和工程措施并重;做到采前采后的管理,明确责任和义务。建设单位严格限制采石范围,做到不扩不张,开采多少恢复多少。

## 农药对生物多样性的影响

吴 亚 金翠霞 卞咏梅\*

(江苏省农科院,南京 210014)

全世界每年应用农药大约为 250 万吨,每年有 100 万人农药中毒,2 万人中毒死亡。一些农药在空中或地面喷洒后,最终进入地下水和地表水。美国地下水中最普遍的三种农药是杀虫剂涕灭威、除草剂草不绿和莠去津。据美国环境保护署 1990 年的调查报告,全国有 10.4% 的公用井和 4.2% 的乡村用井至少都含有一种可觉察的农药。有些农药随水流、地表径流或空中飘浮进入水域生态系统,低浓度农药可杀死鱼苗,高浓度可直接杀死鱼类,并使昆虫和其它无脊椎动物等鱼类饵料消失,仅 1977~1987 年,美国因农药而死亡的鱼就达 400—1400 万。所有农药都有其作用谱,如杀虫剂的杀虫谱和杀菌剂的杀菌谱等,谱系的宽窄意味着杀灭对象的多寡。许多农药对蜜蜂和野蜂有杀伤作用,并影响对果树、作物的授粉。应用杀菌剂苯菌灵防治植物病害,可伤害昆虫病原菌,以致引起黎豆夜蛾和菜尺蛾在

\* 江苏省植物所,南京 210014

大豆上大发生。农田应用除草剂，常引起不同植物种类的消长，而且过量的残留物累积在作物上，使产量，质量受损。业已证明，在应用 2,4-D 或其它除草剂后，某些作物对病虫害的敏感性增加。除草剂对麦类病原微生物的影响则随环境而变化。在某些情况下，由于除草剂消除了许多昆虫赖以栖息的生境和食料植物，使得靠捕捉昆虫哺育幼鸟的鸟类种群数量下降。杀虫剂可杀死许多非目标节肢动物，水稻田应用杀虫剂防治褐飞虱和稻纵卷叶螟，捕食性天敌蜘蛛以及许多寄生蜂种类的数量都明显减少；还可改变两种螟虫在稻田中的分布状况；用药次数越多，稻田节肢动物数量就越下降；而且杀虫剂可改变不同种群的数量关系，用药防治一种害虫，可使另一种害虫数量上升。杀虫剂还充当两栖动物的兼职杀手，在频繁用药地区，大量青蛙惨遭杀害，甚至导致某些种类灭绝。杀鼠剂不仅杀死老鼠，也是许多节肢动物，鸟类和其它哺乳动物的克星。一次大规模草原灭鼠后的死亡者，可包括 10 几种节肢动物、50 种左右的鸟类和几种野兽。某些除草剂和杀虫剂破坏动物的生殖能力。氧化杀虫剂引起鸟类生殖力衰退，其中包括卵壳变薄；在美国等工业化国家禁止使用 DDT 之后，虽然大多数受此影响的鸟类得到恢复，但是 DDT 及其代谢产物 DDE 所引起的其它问题并未消除。某些农药的有害物质与动物体内激素的作用类似，起着传递信息、控制行为的作用，动物细胞往往错把有害的化学物质当作体内的性激素，因而受到干扰，出现行为异常，孵出畸形后代。广泛使用农药导致害虫、植物病原微生物和杂草的抗性发展，至今已有 504 种昆虫的螨类、几乎全部的 150 种植物病原物以及大约 273 种杂草对农药具有抗性。家畜和人体的许多害虫和螨类等对农药产生抗性，使得疟疾等发病率上升，成为热带发展中国家的严重问题。

## 化学杀虫剂对昆虫多样性的影响

毛润乾 张润杰 古德祥

(中山大学昆虫研究所，广州 510275)

在昆虫当中同样存在遗传多样性，物种多样性和生态系统多样性的问题。杀虫剂影响昆虫多样性的研究目前大多限于抗性的测定，抗性机制的探讨，杀虫剂引起昆虫分布型、昆虫生活习性和生长发育的改变等方面。而对抗性基因的详细研究目前还不充分。特别是昆虫对不同杀虫剂产生的抗性基因以及抗性基因产生的频率应该是有区别的 (Plapp 1979)，但详细报道不多。抗性基因的基因定位和基因表达等方面报道也较少。一般认为遗传多样性起源于基因突变 (广义)。昆虫对杀虫剂的反应具有变异性。杀虫剂杀死了大量昆虫，消灭了一些基因型，同时也减少了昆虫发生变异的机会。残存的个体对杀虫剂具有免疫性。不同昆虫的免疫能力不同。当这种免疫性可以遗传时称为抗性。关于抗性形成的原因目前有三种学说 (张宗炳 1987)，但都认为抗性是受基因控制的。多数抗性以单基因为基础，也有的受多基因控制。如锯谷盗 *Oryzophilus surinamensis* 对杀螟松的抗性似乎由 2 个或多个基因控制，且主基因为不完全显性 (Collins 1986)。单基因控制时，昆虫对有机磷与氨基



甲酸酯类的抗性多为显性遗传或不完全显性遗传,又 DDT 多为隐性遗传 (Plapp 1979)。未见有伴性遗传的抗性类型。突变具有随机性,在产生抗性突变的同时是否也产生其它突变呢?这方面值得我们去研究。

化学杀虫剂对昆虫物种多样性的影响首先表现在致死效应上。主要有直接致死、间接致死、减少食饵、破坏栖息场所等途径。致死作用可能会导致物种绝灭,尤其是一些个体数量少、繁殖力低、对杀虫剂敏感的种类更易绝灭。其次杀虫剂减少竞争种,有利于外来种侵入;消灭了捕食者,可能会引起次要害虫发生或害虫二次猖獗。第三,非致死浓度的杀虫剂对昆虫(主要指天敌)产卵、孵化、生长发育、以及种群的分布都有不同程度的影响(董慧芳 1990, 1992)。虽然它们对一些物种种类、个体数量无明显影响,但其后续作用仍然存在。例如,可能引起昆虫外迁、卵内基因突变或者通过寄生捕食使毒性在生物体内积累浓缩等等。

Ian D. Hodkinson & Elaine Hodkinson (1993) 提出用重复取样方法预测同一动物区系内昆虫物种多样性。若在施药前后分别采用这种分析方法,比较前后两次的结果可以得到杀虫剂对昆虫多样性影响的定量化数据。

杀虫剂直接影响昆虫,从而影响生态系统。主要是:(1)使生态系统内生物相贫乏化。研究发现施药后昆虫群落往往非常单纯(于保信彦 1964)。(2)使生物相不稳定。(3)影响生态系统内部结构。McNhinich (1962) 报道使用杀虫剂后,昆虫物种数下降,但个体数量比施药前明显增加。岩田俊一(1973)认为杀虫剂对生态系统内昆虫种类和昆虫种群密度的影响在不同种类之间是不同的,生态系统内昆虫种间关系的改变有可能产生新的物种。

## 全球变暖对生物多样性的潜在影响

余道坚

(中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

近几十年来,由于人类进行工业、农业和林业生产活动所释放的二氧化碳、甲烷、氟氯烃及其它温室微量气体含量不断增加,大气成分结构发生了重大变化。科学家们普遍认为,如果当前趋势继续下去,温室气体的增加将导致全球气候的明显变暖。虽然,由于海洋的作用可能使新的温度平衡滞后几十年,但从大气环流模式(GCMs)模拟二氧化碳倍增效应,预测下世纪全球平均温度将上升  $3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。这种全球性气候变暖可能使我们赖以生存的自然和社会系统变化不定。

生物多样性是地球上各种生命形式变异可能性所组成的全球资源,包括基因多样性、物种多样性和生态多样性。动物和植物群落目前和过去的分布对比研究表明:动、植物群落对气候十分敏感,由于全球变暖,它们的分布区可能发生变化,群落中各物种可能以不同的迁移速率追寻最适新环境或者可能因而绝灭。

由于区域地形和环流特异性决定着地方小气候,全球气候变暖不会在整个地球范围均

等发生，高纬度地区估计要比低纬度地区温度升高的更快。然而，目前人们普遍接受未来50—100年内，全球升高的平均温度约为3℃。

全球变暖严重威胁着自然生态系统，原因有三：一是变暖3℃意味着自然系统比过去十万年发生的变化还要大。这一变暖速率超出物种适应能力，导致野生种群生境改变、缩小或消失从而引起一些物种广泛地绝灭。二是生态影响不仅单独由温度升高引起，全球温度模式变化引起降雨模式的改变，而降雨量往往对许多物种的存活比温度更重要。三是由于全球变暖，可能导致土壤化学状况、洋流及强风暴等要素出现率的变化，这些因子可能使自然生态系统不稳定。

随着全球变暖速度加快，植物和动物的固有关系可能会逐渐瓦解，这是由于不同物种对新的气候有不同反应造成的。物种可能以向较高海拔或较高纬度移动分布区的方式抵销全球迅速变暖的影响。假设全球变暖3℃，分布区迁移幅度需要相应地向高海拔移动500米或向高纬方向移动300公里才能得到补偿。

物种生境适应性变化由温度、降雨等直接因素的生理影响和其它物种引起的次要间接因素的影响决定。气候直接影响物种存活率，进而影响其分布；大多数物种对气候的生理调节是保守的，不可能在即将变暖趋势这样短的时间发生重大新的耐受性进化；同时，气候变化引起种间相互作用的改变，在决定新物种中具重要作用；气候变化过程中，物种会建立新的联系，因此许多物种将第一次面临外来者的竞争。

大部分物种对变化条件的适应很大程度依赖它们通过扩散栖息地迁移到最适生境的能力。这可能依赖着如何容易地向两极迁移，许多地方的物种由于气候变化来不及迅速扩散而全部或部分绝灭。在没有人为帮助下，许多物种特别是存在扩散地貌障碍的种类不可能有足够快的迁移速度以适应未来气候变化。此外，在迁移过程中，物种还必须克服广阔的人工障碍，如农田、城市、道路等。

近年来，人类不断对野生生物生境吞食和破坏，加上由于全球变暖而引起的气候变化的潜在威胁，使得物种面临比以前想象还要严重绝灭的趋势。

## 天然药物资源与生物多样性

张恒超

(中山大学, 广州 510275)

生物多样性是人类社会赖以生存和发展的基础。生物多样性是自然界丰富多彩、生物资源丰富的标志，生物多样性的研究包括了保护和持续利用两个方面。

中国是天然药物主产国，无论是天然药物品种、成药品种、用药历史，中药对世界天然药物的利用和人类的健康都做出了不容忽视的贡献。

目前，天然药物的发展势头强劲，中国完全有能力进入世界天然药物竞争的主流。中国因其资源丰富而有着很大的潜力和坚实的竞争后盾。



植物没有免疫系统，它们防身的武器就是“化学棍棒”，德国等西方的科学家指出，植物中的维生素、性激素和酶等多种生物活性物质，有着特殊的化学结构，这就决定了药用植物能治疗多种多样的疾病，包括昆虫在内的动物，建立了更为完善的防身体系，构成这种防御体系的物质也可为人利用组建自身的防御体系来对付病魔的侵袭。随着科学技术的发展和研究的深入，一些植物、动物、昆虫等的更多的新的药理效用被发现，特别是在对付现代疾病（如癌症等）方面显出了特殊的效能，这更令人们对天然药物寡目相看，绿色药品悄然兴起，并日益走俏市场。

但我们不能不注意到，由于我国天然药物资源的开发和利用缺乏科学管理，一旦发现了某些资源就不加保护地、无节制地向自然索取有可能威胁到药物资源的持续利用。市场经济的大潮使得一些人对天然资源的索取更是肆无忌惮，天然药物资源的保护和合理应用不仅更加重要，而且势在必行。

《本草纲目》是中华医库中一部宏大巨著，集几千年诸学科之大成，对后世医学及人们日常饮食等都构成了深远的影响。但所录一些物种今世已难以访求。

据专家们估计，目前生物物种消失的速度比自然灭绝要快 1000—10000 倍（Wilson, 1988），而且物种消失的过程是不能逆转的，一旦消失，人类就永远失去了这宝贵的财富。

要寻找新的高效药源，一方面必须加强基础研究，另一方面也要重视药源的保护，以求持续利用。

我们的工作就是以调查和开发药用昆虫资源为主，开展天然药物资源合理利用的研究。我国地大物博，调查、开发和合理利用天然药物资源意义重大。

## 植被的多样性与害虫发生的关系

朱利斌

（中山大学昆虫学研究所，广州 510275）

害虫综合防治愈加强调虫害，天敌及植物间的关系，因而促进了改变耕作制度防治及生物防治方面的研究，其中植被多样性对害虫发生的影响是一个重要的研究领域。植被多样性广义指一个群落中多种植物的混合。本文着重讨论不同植物的空间密集型混合—多作栽培对害虫发生的影响。多作栽培在所有植被多样性种类中具最大的生态复杂性，内部同时发生种内种间竞争及植物与植食动物的竞争。通过研究多作栽培对害虫发生的影响可了解其他形式的植被多样性与害虫发生的关系。

目前关于植被多样性与害虫发生的关系主要有三个假说：联合抗性假说，天敌假说及资源集中假说。联合抗性假说认为由许多不同的植物组成的植物群对于单一植物组成的植物群对害虫侵害具有更强的抵抗力，害虫发生的数量较少；。该假说可通过比较多作环境及单作环境中害虫发生情况来验证。具体实验包括人为改变或添加实验田中植物种类并与未作处理的实验田进行对照比较，也可施用杀虫剂消灭单作实验田及多作实验田中所有害虫

并与未施杀虫剂的对照, 比较单作田和多作田中害虫造成的损失。大多数实验结果说明当作物未达到受害阈值时且多作环境中植物种间竞争不是非常严重时, 害虫在多作环境中的发生小于或等于单作环境中。

天敌假说认为不管是广谱性还是专一性天敌在多作环境会更加丰富, 相对单作环境天敌压制害虫种群的能力强。原因有四点: (1) 多作环境中天敌更易找到食物。(2) 多作环境中天敌能保持种群的增殖。(3) 在多作环境中天敌更易找到越冬繁殖的宿主植物。(4) 多作环境中四季都可获得花粉及花蜜。

资源集中假说认为多数害虫, 尤其食性窄的种类易在单一的寄主植物组成的植物群上发生。在多作环境中寄主植物分散, 从而降低害虫的发生, 其作用机理有以下方面: (1) 多作环境会影响昆虫对寄主植物的寻找率从而改变害虫迁入或迁出的平衡。多数实验表明多作环境中害虫寄主植物寻找率下降但逃离寄主植物率却上升。(2) 多作环境不同植物发出的不同气味会阻碍单食性害虫对寄主植物的寻找, 有些甚至使害虫远避。(3) 多作环境会在视觉上影响害虫对寄主植物的寻找。(4) 多作环境中植物品质易发生变化, 而植物品质的变化会影响害虫对寄主植物的取食。(5) 多作环境中害虫取食时常会接触到非寄主植物的表面, 这些偶然阻碍也会影响其运动模式及降低其种群密度。(6) 多作环境提供更多的阴暗区以及较低的日平均温度, 这些都会影响害虫的发生。

联合抗性假说普遍适用于各种类型的多作环境对害虫发生的影响。在天敌及资源集中假说作用的同时, 联合抗性作用仍存在。但天敌及资源集中的作用则是相互联系的, 有时呈互补机制, 有时呈对抗机制。它们的作用受许多因素的影响, 关于判断何种假说能更好地解释某环境下害虫发生的理论仍有待进一步探讨。

## 东北北部生物多样性的保护与利用

佟希达

(黑龙江省博物馆, 哈尔滨 150001)

黑龙江地处祖国的东北角, 南北相距跨越纬度达  $10^{\circ}$  以上; 东西跨越经度  $13^{\circ}$  以上, 水热及自然条件不同, 造成植被类型及动物群的差异。黑龙江是三个不同植物区系的汇合处, 植物和动物种类虽不算多, 但区系成分复杂反映了黑龙江生物多样性及独特性。

### 1. 黑龙江生物多样性及特征

北部大兴安岭植物分布区是我国最寒冷地区, 植物种类约 800 种, 代表植被为寒温带针叶林, 优势种主要为兴安落叶松 (*Larix gmelini*)、樟子松 (*Pinus sylvestris* Lvar. *mongolica*)、白桦 (*Betula Platyphylla*)、越桔 (*Vaccinium vitis-idaea*)、细叶杜香 (*Ledum palustre*)、岩高兰 (*Empetrum nigrum* var. *japonicum*) 等。代表性动物有驯鹿、驼鹿、貂熊、雪兔、雪兔、细嘴松鸡等。

小兴安岭-老爷岭植物区习惯称为满洲植物区系。地带性植被是以红松 (*Pinus koraiensis*)



sis) 为主的温带针阔叶混交林, 以人参 (*Panax Ginseng*)、红松及东北虎分布为特征是黑龙江生物资源最丰富的地区。植物种类约 1400 种, 约占 3/5 以上。代表性植物为红松、人参, 此外有紫杉 (*Taxus cuspidata*)。其中不少属于第三纪孑遗种如水曲柳 (*Fraxinus mandsharica*)、黄蘗 (*Pteleodendron amurense*)、核桃楸 (*Juglans mandshurica*) 等说明了区系的古老性。加上藤本植物山葡萄 (*Vitis amurens*)、北五味子 (*Schisandra chinensis*)、狗枣子 (*Actinidia kolomikota*) 等使温带针阔叶混交林具有亚热带景色, 本区代表性动物为东北虎、猞猁、紫貂、水獭、青羊、梅花鹿、鳊、鲟等。

松嫩平原植物区代表植被为温带草甸草原。植物只有 500 余种, 代表动物有蒙古兔、狼、狐、黄羊、野鸡、地鸨、雁、鸭、鹤类等。

## 2. 保护与利用问题

黑龙江大规模放荒开垦是从清代开始的, 但清政府以保护所谓“龙兴之地”对东北地区自 1668 年—1904 年实行封禁政策。应当说黑龙江属我国大规模开发比较晚的地区之一。半个世纪前, 甚至在 1958 年十官兵进军北大荒时还可见到“棒打獐子瓢舀鱼, 野鸡飞到饭锅里”的场面。这是对当时北大荒良好的自然生态环境的生动比喻, 但是, 就目前现状而言, 环境保护问题已刻不容缓。

任何事物总是一分为二, 黑龙江林业的大发展, 破坏了生物食物链的金字塔基础, 直接影响虎等一系列生物 (例如人参) 的生存条件。东北虎的主要食物如野猪、狍、麝等其它小型动物都将绝灭的情况下, 保护野生的东北虎, 在某种意义上说是一句空话, 穆棱—三江平原在粮食产量日益提高的同时, 湿地面积也正在减少。大庆位于松嫩草原的中心部位, 同样给闻名中外的大草原带来不利影响。

保护生态环境, 保护生物的多样性, 并不是为了回到人类的原始状态而是着眼于人类生存的美好未来。在发展生产和高科技时代不能以牺牲人类的生存环境为前题。保护生物多样性和人类生存环境必需拿出行之有效的办法, 其中认真的更多更好的建立自然保护区就是最主要的办法之一, 这样才能保证某些濒于绝灭的物种得以修养生息, 为生物多样性的恢复和发展创造一个良好的生存空间。

# 害虫生物防治与生物多样性

陶 滔

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

人类为了自身生存的需要, 不断的在同那些与自己争夺生存条件的有害昆虫进行着艰苦的斗争。人类在同有害昆虫斗争的一开始, 就在自觉或不自觉的应用着生物间的相互捕食和相克。远在公元 304 年左右, 我国已有生物防治的记载。晋代嵇含所著的《南方草木状》一书中记载有: “交趾人以席囊蚁鬻街市者, 其巢如薄絮, 囊皆连枝叶, 蚁在其中, 并巢同卖。蚁赤黄色, 大于常蚁。南方柑桔无此蚁, 则其实皆为群蠹所伤, 无复一完这矣。”

记载中所说的蚁，可能是我国南方部分地区柑桔植物上所生长的黄猢蚁 (*Oecophylla smaragdina*)，被有的地方用来防治柑桔类植物上的害虫。随着人类对自然界认识的不断加深，人类开始有意识的利用生物来进行有害昆虫的防治，逐渐形成了较为完整的体系，成为一门独立的学科。但二次世界大战后，由于化学农药工业的迅速崛起，使得化学防治得到人们极力的推崇，使人类产生过美妙的幼想：在不远的将来，人类就能够把有害昆虫完全消灭。基于这种认识，人类大量的使用化学农药。农药的滥用造成了严重的后果：环境的污染、有害昆虫抗药性的产生、天敌生物种类和种群数量的急剧减少、目标有害昆虫的再猖獗、次要有害昆虫的爆发、对人类和牧畜健康的危害等。这一严峻的事实给人类敲响了警钟，认识到进行有害昆虫生物防治的必要性和安全性。世界各国开始投入大量的人力和物力，进行害虫生物防治的研究工作，并取得了一些令人激动的研究结果。微生物农药 Bt 的成功开发与应用；利用蠋虫对蚜虫的防治等。

“生物多样性”包括所有植物、动物、微生物物种以及所有的生态系统和它们形成的生态过程。包括生态系统、物种以及某一种特定群体的基因的数量和频度。通常认为它分为三个不同层次：遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。

### 1. 害虫生物防治对象的多样性

生物防治的对象是多样的，昆虫是世界上数量和种类最多的一类生物，已经描述过的物种就有 751000 种 (Wilson, 1988)，是世界上已被描述生物中最大的一个类群，估计世界约有一百万种以上的昆虫。而它们中的大多数已经或将要成为与人类争夺资源的有害昆虫。。

### 2. 害虫生物防治方法的多样性

根据不同的防治对象，采用的方法也是多种多样的。可供利用作为生物防治的生物包括：微生物（细菌、真菌和病毒），植物（主要是植物性的化学物质），动物（包括昆虫、两栖动物、爬行动物、鸟类、哺乳类等）。可以采用基因重组、单一种类对防治对象的寄生捕食等和增加群落多样性的方法，来进行控制。

可见，生物防治方面是生物多样性的统一。生物防治在许多方面是利用生物的多样性进行的。从一定意义上说，生物多样性是生物防治的基础。从基因水平上看：利用作物抗病抗虫的基因片断的导入，形成新的抗病虫害的植物；从种的水平上看：微生物、动物、植物等都能作为害虫的天敌加以利用；从生态系统水平上看：改变传统的单一种植模式，按照生态系统的理论，进行作物的间种、套种，就能够减少害虫的危害。在西双版纳进行的人工胶群落研究，结果表明：在其它单一种植茶园中，对茶叶危害较严重的茶小绿叶蝉在该人工群落中就不对茶叶发生危害。通过前辈的大量研究和作者近几年来研究也证明了这一点。



# 遥感信息系统在生物多样性研究中的应用综述

刘湘南

(东北师范大学草地研究所, 长春 130024)

生物多样性研究是一项范围广、内容多的复杂系统工程, 需要多层次、多尺度、多学科的综合, 更需要新理论、新技术、新方法的支持。遥感, 作为一门空间信息获取技术, 具有周期性、宏观性、适时性和综合性。因此, 运用遥感资料, 可进行大范围的生物多样性调查编目和长期动态监测, 还能为各种模拟分析提供基础数据; 空间信息系统是一种空间信息分析和处理工具, 它的优势不仅在于能综合各种来源的数据, 而且还能提供强有力的分析决策功能, 进行有关模拟研究, 如探寻生物多样性改变的机理, 预测生物多样性变化发展方向, 提出生物多样性保护策略等。在实际应用研究中, 通常把遥感与空间信息系统技术结合起来, 共同构成遥感信息系统。

1. 生物多样性调查编目 一个区域的生物多样性调查编目工作, 主要是获取基因、物种、生态系统和景观等方面的系统化信息。由于遥感信息具有宏观性, 因此, 它更适合生态系统或景观层次的多样性调查。值得注意的是, 遥感资料类型的选择, 时相的选择以及处理方法的确定都将影响调查工作的进程与结果。此外, 应当充分利用空间信息系统中有关的专题背景信息。生物多样性调查的结果, 最终都存入计算机, 建立生物多样性数据库, 由数据库管理系统来管理。这样, 用户可以通过数据库的有关操作, 来编辑、更新、检索、存取、分析和输出有关生物多样性信息。

2. 生物多样性长期动态监测 进行生物多样性长期动态监测的前提条件有两个: 一是必须有长期连续的时间序列数据, 并且包括实时性数据, 以反映现象的最新动态; 二是具有强有力的分析模拟功能, 能够根据所提供的数据来建立相应模型, 揭示现象的发展趋势。遥感信息系统正好满足这两个条件。

3. 人类活动对生物多样性的影响模拟 人类活动如何使生物多样性发生改变, 个体、种群、生态系统或景观对人类干扰方式、强度、频度的反应, 资源利用方式的变化对生物多样性的影响等问题, 十分复杂, 必须运用遥感信息系统这样的综合信息分析工具才有可能找到答案。其基本研究程序是: 资料收集, 建立数据库, 知识库和模型库——模拟分析——结论。

4. 生物多样性保护策略研究 生物多样性最优保护策略, 是在深入研究生物多样性改变机制的基础上, 通过多方案的数字模拟, 对比论证后方可提出。这项研究主要利用遥感信息系统的分析、决策功能。一般而言, 系统能提供多种方案供选择。我们可以对每种方案实施后的发展演化情况, 在计算机上进行模拟, 以得到最满意的方案。

# 南极长城站地区植物群落类型及其物种多样性

胡舜士

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

## 1. 自然概况

我国南极长城站位于乔治王岛南部的无冰区——菲尔德斯半岛的东侧。

菲尔德斯半岛为海拔 200 米以下的丘陵区, 地貌可分为两大类, 一类为海拔 50 米以下的上升海岸阶地, 另一类为 50 米以上具有古地貌类平面的基岩山地。二者均被古冰川及现代冰缘作用所修饰和改造。半岛的土壤主要分布在中部的浅山丘陵区。

整个菲尔德斯半岛几乎全部由玄武岩类组成。

乔治王岛的气候为亚南极海洋型气候。年均温  $-2.6^{\circ}\text{C}$ ; 年降水量 500 毫米以上, 多时可超过 700 毫米, 分配较均匀, 夏季略多。主要盛行西北风, 其次盛行东南风, 夏季风速一般为 30 米/秒。多为季节性雪盖区, 每年 12 月底—1 月初融雪速度较快, 这时冻土也开始融化, 地面植物大部呈现。3 月底开始又重新被雪覆盖, 土壤融化层也完全冻结。

## 2. 考察范围与工作方法

考察范围主要是在菲尔德斯半岛上的南极长城站周围以及阿德雷岛、纳尔逊岛部分地区进行。

调查时, 选择具有代表性的植物群落, 设置  $50 \times 50\text{cm}^2$  样方, 对植物种类、各种类的多度、盖度、高度等进行记录。

## 3. 植物群落类型

为了更符合客观实际, 除进行主观定性分类外, 还以 66 个样方 44 种植物作为实例, 应用模糊 ISODATAC 以及 TWINSPLAN 两种聚类法进行分析对比。

通过以上两种植被数量分类以及主观定性分类的对比, 筛选出以下 17 个主要群系:

藻类: (学名未定, 暂用中名代替)

(1) 红藻群落

(2) 绿藻群落

地衣类: (有些种名未定, 暂用中名代替)

(3) 以 *Nearopogon aurantiaco-atra* 为主的群落

(4) 以白色粉状地衣为主的群落

(5) 以白色壳状地衣为主的群落

(6) 以 *Sterocaulon alpinum* Laurer ex Funck 为主的群落

(7) 以 *Xanthoria elegans* 为主的群落

苔藓类:

(8) 以 *Drepanocladus cf. uncinatus* 为主的群落



- (9) 以 *Calliergon sarmentosum* (Wahlenb.) Kindb 为主的群落
- (10) 以 *Polytrichastrum alpinum* (Hedw) G. Sm. 为主的群落
- (11) 以 *P. alpinum* 和 *Drepanocladus cf. uncinatus* 为主的群落
- (12) 以 *Andreaea depressinervis* Card 为主的群落
- (13) 以 *Chorisodontium aciphyllum* (Hook. f. et Wils.) Broth. 为主的群落
- (14) 以 *Andreaea gainii* Card 为主的群落
- (15) 以 *Bartramia patens* Brid 为主的群落
- (16) 以 *Tortula saxicola* Card 为主的群落

禾草类:

- (17) *Deschampsia antarctica* 为主的植物群落

其分布特点是: 地衣类经常出现在干旱、风大, 生境较严峻的山顶和其它地方的岩石露头、石块和碎石上; 苔藓类中以 8、9 群落喜湿, 常相嵌出现在水分多的生境里; 其它苔藓类群落常分布于山坡、禾草类群落也分布在山坡或山地的小块平地上, 但它生长的土壤条件优越; 藻类中以绿藻分布最广, 山坡、山顶均可见足迹, 红藻分布于水塘的中央。

#### 4. 植物群落物种多样性分析

群落多样性的测度, 其计算公式如下:

$$\text{Shannon 多样性指数 } H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

各群系的多样性根据所属样方的多样性, 求其  $\bar{X} \pm \delta$ 。

从物种多样性和群落的关系看, 以群落 13 最高, 其次是群落 15, 然后是群落 14。它们的生长条件并不优越, 但生境多样, 有土壤, 也有岩石, 苔藓类和地衣类都能生长, 物种丰富, 因而物种多样性指数高。两种藻类群落因其环境单一, 物种少, 都是纯群落, 因此是该地区植物群落中物种多样性最低者。

从物种多样性与环境的关系来看, 以山坡和山顶的群落物种多样性最高, 其中山坡更高。其次是沟谷、山前溢出带和海滩阶地; 以海边最低。

## 华东地区青冈种群遗传多样性的研究

陈小勇 宋永昌\*

(厦门大学生物系, 厦门 361005)

青冈 (*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.) 是壳斗科常绿树种, 地理成分属于东亚分布的中国——日本变型, 广泛分布于我国亚热带地区, 在日本、韩国、印度、缅甸等国也有分布。分布区内气候、土壤条件变化很大, 青冈在种群生态、生理生态有其适应对策, 本文研究青冈种群的遗传多样性, 探讨其广泛适应的种群遗传学机制。

\* 华东师范大学环境科学系, 上海 200062

在华东地区五个地点选择了6个种群进行研究,它们分别位于黄山、句容、宜兴、天童和杭州,其中在杭州选择了酸性土壤(pH4.58)的九溪种群和中性土壤(pH6.75)的黄龙洞种群。遗传变异采用垂直板型不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳,研究中分析了过氧化物酶(2个位点)、酯酶(2个位点)、超氧化物歧化酶(3个位点)、谷氨酸草酰乙酸转氨酶(2个位点)和苹果酸脱氢酶(2个位点)等5个酶系的10个位点。

研究结果表明6个种群多态位点百分比相差不大,都比较高,平均为51.7%(范围为50~60%)。平均每位点含有的等位基因数目为2.1—2.5,6个种群的均值为2.3。6个种群的有效等位基因数目范围为1.310—1.659,平均为1.446,低于种水平的数据(1.467)。Nei's的基因多样性(或杂合度)是最常用的遗传多样性测度指标,6个青冈种群的基因多样性平均为0.2126,低于种水平的基因多样性(0.2252)。句容种群的基因多样性最高,为0.2442,宜兴种群最低,为0.1778。各个种群的观察杂合度略有差异,但都低于期望杂合度,表明普遍存在杂合子不足的现象。遗传多样性最高和最低的种群都处在青冈分布的北缘,理论上讲,由于种群小,基因流较低以及历史原因等,边缘种群的遗传多样性常较低,在一些植物中观察到这种现象,但许多植物种类的等位酶多样性并不与地理分布边界有关,本文研究也表明青冈遗传多样性与地理分布边界并无显著关系。

青冈种群和种水平上维持着高于其它植物均值的遗传多样性,这与其生物学性质是相一致。1)青冈是风媒传粉植物,这类植物的遗传变异往往较高;2)青冈的生命周期长,种群内世代重叠较大;3)与交配系统也有关系,青冈是混交植物,维持的遗传变异较大;另外,青冈分布广,环境因子变化大,不同基因型的最适生境不同,因此,异质生境有利于维持较高的遗传多样性。也正是由于青冈在种群和种水平上维持着较高的遗传变异,才使得青冈能够适应不同的生境条件,才能广泛分布。

本研究仅涉及华东地区的6个青冈种群,如果将研究的种群扩大到更大的范围,那么所检测的遗传变异必将更大。

## 海南岛热带森林及植物多样性的特点与保护意义

李意德

(中国林业科学研究院热带林业研究所,广州 510520)

海南岛为我国的第二大岛屿,地理位置 $18^{\circ}09' \sim 20^{\circ}10'$ ,东经 $108^{\circ}37' \sim 111^{\circ}03'$ ,总面积 $33,920\text{Km}^2$ ,海南岛地处世界三大热带雨林区之一的亚洲热带雨林区的北缘,其气候为典型的热带季风气候,由于海南岛的地势中高周低,形成了山地、丘陵、台地、沿海平原的环形地貌,因而其自然生态系统类型具有复杂性和多样性。

1. 海南岛的热带森林及其变迁:海南岛在远古时代就为热带森林所覆盖,公元前111年全岛的森林覆盖率为90%。至1933年日军侵华的前夕,森林覆盖率仍高达50%,在2044年间平均毁林面积和毁林率约为 $663.8\text{hm}^2$ 、0.0217%。近代对热带原始林的开发有二个时



间：一是1933年至1950的17年间，主要是日军侵华时期对森林的开发，原始森林的年平均毁林面积和毁林率分别为 $28900\text{hm}^2$ 和 $1.71\%$ （以1933年为基数）；二是1950至1990年的40年间，主要由于人口剧增、毁林植胶及森工企业的采伐等原因，导致全岛原始林面积的急剧下降，1990年，全岛仅存原始森林 $26.7\text{hm}^2$ ，年平均毁林面积和毁林率分别为 $23325\text{hm}^2$ 和 $1.38\%$ 。这两个时期的年平均毁林率分别为历史上的78和88倍。90年代以后，海南省委省政府于90年代以来严格制定了森林保护政策，停止了所有热带林的采伐利用，并加强自然保护区的建设，毁林行为大为减少，据1995年最新卫星照片材料，热带原始林覆盖率为 $7.25\%$ ，即原始森林面积为 $245920\text{hm}^2$ ，年平均毁林面积和毁林率为 $4216\text{hm}^2$ 和 $0.25\%$ 。这两个数值均较前两个破坏严重的时期要小得多。近年来所毁坏的原始林主要是由“刀耕火种”的原始耕作方式而引起的。

2. 热带森林植物多样性及其特点：海南岛热带森林是我国物种多样性高的地区之一，据统计，全岛共有野生维管植物共259科、1300多属、4200多种，科、属、种的密度分别为76、380、1238/万 $\text{Km}^2$ ，远高于全国的平均密度（分别为0.368、3.317、28.281）。单位面积森林的物种丰富程度可以与东南亚、中南美洲等地的热带森林相媲美，甚至超过其他一些热带森林样地的植物种数。例如尖峰岭热带山地雨林 $1\text{hm}^2$ 样地上记载到胸径 $10\text{cm}$ 的乔木树种达153种， $0.3\text{hm}^2$ 样地有 $7.5\text{cm}$ 的乔木树种83种，高等植物种数167种， $0.10\text{hm}^2\sim 0.12\text{hm}^2$ 的天然更新林（30年生）有 $7.5\text{cm}$ 的乔木40—60种，黎母山的热带山地雨林 $0.15\text{hm}^2$ 的样地中有大于或等于 $7.5\text{cm}$ 的乔木54种，云南西双版纳的热带森林 $0.25\text{hm}^2$ 的样地中，有高等植物140种；世界其他热带森林的物种数（胸径 $\geq 10\text{cm}$ ）为：英属圭亚那 $1.5\text{hm}^2$ 为60~95种；沙捞越 $1.5\text{hm}^2$ 为98种；象牙海岸 $1.4\text{hm}^2$ 为74种；尼日利亚 $1.5\text{hm}^2$ 为70种；毛里求斯 $1.0\text{hm}^2$ 为52种；巴西 $1.0\sim 3.5\text{hm}^2$ 为60~179种。海南岛热带森林物种多样性高的原因主要是地处热带北缘、与大陆分离的年代较晚但又为岛屿性质的热带景观单元，其组成种类一方面与热带亚洲区系相似，另一方面与大陆植物区系有紧密联系，但又有岛屿的特殊种群，因而导致了无明显的优势种群、地区特有种类多且属种系数小的特点。

3. 保护意义：海南岛目前仅有热带原始林覆盖率 $7.25\%$ ，是我国热带地区生物资源保存为数不多的珍贵财富。按照自然保护的要求，一个地区的自然生态系统的保存率应达到 $5\sim 10\%$ ，因此对海南岛的热带原始林应全部严格地保护起来，并对热带次生林进行有效地保护，提高其林分面积和质量，这不仅对开展热带森林生态系统的结构和功能的研究、为恢复发展热带森林提供理论依据和模式具有重要的意义，而且对保存珍贵的生态系统景观、森林遗传资源、保护自然遗产和环境的美学、娱乐、旅游、社会文化、科教及历史价值等方面具有非常重要的意义。

# 雾灵山自然保护区的生物多样性及其保护

王德艺 李东义 蔡万坡\*

(河北农业大学林学系, 保定 871000)

雾灵山座落于河北省兴隆县境内, 是燕山山脉的主体, 最高峰海拔 2118m。这里属于暖温带大陆性季风气候, 是华北、东北和蒙古三大植物区交会地带, 优越的地理环境使这里森林茂密, 物种丰富, 是生物多样性的优良保护地。

近年来对雾灵山自然保护区的生物多样性进行了大规模的系统调查, 取得了初步成果。现已查明共有高等植物 166 科、645 属、1809 种; 分属于苔藓植物门 46 科、110 属、255 种; 蕨类植物门 15 科、24 属、65 种; 种子植物门 105 科、511 属、1489 种。其中乔木 131 种、灌木 143 种、藤本 27 种、草本植物 1508 种。有 8 个种列入《中国植物红皮书》, 它们是: 人参、胡桃、核桃楸、青檀、黄耆、野大豆、黄蘗和刺五加。野生动物物种多样性的研究正在进行中, 目前已捕获或记录到哺乳类 7 目、14 科、29 种; 鸟类 13 目、32 科、107 种; 爬行类 8 种; 两栖类 13 种; 鱼类 5 种。列入国家一级保护的动物有 2 种: 金钱豹和金丝猴; 属于国家二级保护的动物有 11 种: 鸢、雀鹰、苍鹰、秃鹫、红隼、红脚隼、勺鸡、雕、长耳、斑羚和猕猴。昆虫种类繁多, 目前仅捕到其中极少数的种类, 它们属于 10 目、100 科、800 多种。

物种多样性以生态系统的多样性为基础。雾灵山景观多样, 生态系统类型丰富, 有森林、灌丛、草甸、果园、农田、河溪、水潭、石海等。森林是生态系统的主体 (13.2 万亩), 是物种多样性的主要依托。雾灵山森林群落类型有云松 (青杆、白杆)、华北落叶松、油松、山杨、白桦、枫桦、蒙古栎、辽东栎、椴树 (蒙椴和糠椴) 等树种的纯林, 还有由这些树种的不组合形成的混交类型, 共 30 余种。这些群落类型以及同类型的不同片段分布于山体的不同方位、不同的海拔高度和不同的地形, 形成大小不等的斑块达 1300 多个, 每一个斑块就是一个生态系统。因此, 雾灵山生态系统的多样性是丰富的。

象众多的保护区一样, 雾灵山自然保护区是被广大退化的生态系统和人工生态系统包围的一座孤立的森林岛, 是这里野生动、植物的最后栖息地。为了人类和生物圈的持续发展, 必须保护好这些生物多样性的保留地。为此, 提出以下措施: 1. 在补充国家动、植物红皮书的同时, 制定区域性的珍、稀、濒危动、植物标准, 列出各保护等级的物种名录, 明确保护的重点。2. 物种多样性与生态系统的多样性是相辅相成, 密不可分的。保护物种多样性, 保护珍、稀、濒危物种, 必须保护它们赖以生存的生态系统。遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的保护是一致的, 必须采取综合措施同时进行。3. 自然保护区的旅游、开发和经营活动, 应在不干扰、破坏生物多样性的前提下, 有节制地进行。4. 重视自然保护区的防火工作, 建立防火组织和制度、制定法规和措施, 配备防火设施。



# 深圳福田红树林鸟类自然保护区陆鸟生物多样性保护

陈桂珠 王勇军 黄乔兰\*

(中山大学环科所, 广州 510275)

## 1. 陆鸟的种类数量

据近期调查, 福田保护区陆鸟有 5 目 19 科 55 种。其中数量较多的优势种 16 种, 约占总数的 30%。珍稀保护鸟类 8 种, 约占总数的 14%。属国家一类保护鸟 1 种: 白肩雕; 二类保护鸟 7 种: 鸢、赤腹鹰、白头鹞、红隼、游隼、褐翅鸦鹃。从食性方面看, 食虫兼食鱼的鸟类 47 种, 约占总数的 85%; 食鼠的鸟类 6 种, 占总种数的 11%。从栖息习性看, 喜好空中盘旋和飞翔捕食的鸟 12 种; 常在乔灌木地出现的鸟 20 种; 多在基围草灌丛觅食和栖息的鸟 12 种; 适应各类生境的广布性鸟 11 种; 在红树林栖息的种类 2 种。从物候方面看, 冬候鸟 21 种、夏候鸟 6 种、迁徙鸟 4 种、留鸟 24 种。95 年 2 月 18 日用路线法测得陆地鸟类的平均密度为 15.75 只/km, 生物多样性指数为 3.0721。

## 2. 陆鸟的生态环境

陆鸟的栖息环境主要有基围鱼圻, 总面积 2443.1 亩, 占保护区总面积的 53.5%。基围上生长着茂密的芦苇、五节芒。鱼圻四周及中央、水沟边生长着条状、块状的茂密红树林植物。其次是陆地丘陵台地茂密的乔、灌木林地, 总面积为 427 亩, 占保护区总面积的 9.4%。基围鱼圻洼地灌草丛区, 是湿地到陆地过渡地带, 小生境复杂多样, 因此鸟类种群生态也出现多样化。

## 3. 陆鸟变化情况

据 92-93 年对保护区陆鸟的调查, 有陆鸟 10 目 27 科 86 种。其中有珍稀鸟类 12 种, 属一类保护鸟类 1 种; 二类保护鸟类 11 种, 除了与 94 年相同的种类外, 还有凤鸟鹰、雀鹰、红领绿鹦鹉、领角鸮。从物候方面看, 有冬候鸟 30 种、夏候鸟 8 种、迁徙鸟 8 种、留鸟 40 种。本地繁殖鸟有 17 种。与 94 年调查结果相比, 种类减少较大的留鸟减少 40%、冬候鸟减少 30%、本地繁殖鸟减少 70.6%, 食虫兼鱼的陆鸟 47 种减少了 23 种即减少 48.9%。调查沙咀片和车公庙片 93 年和 95 年的陆鸟的生物多样性和分布密度, 比较情况见表 1。

表 1 保护区东西片陆鸟变化比较

地点	九三年二月十六日		九五年二月十八日		前后相差	
	生物多样性指数	平均密度	生物多样性指数	平均密度	生物多样性指数	平均密度
沙咀片	2.0091	18.25 只/Km	1.8222	12.75 只/Km	0.1869	31.2%
车公庙片	3.5469	55 只/Km	3.3631	18.75 只/Km	0.1848	66%
相 差	1.5378	66%	1.5409	32%		

\* 福田红树林鸟类自然保护区, 深圳 518048

#### 4. 陆鸟变化的原因

保护区内陆鸟的变化的原因有几个：一是陆地的乔灌林地和灌草丛面积的减少或受到破坏。近年车公庙丘陵台地的茂密林地由于 14 个单位在此建厂和仓库，蚕食破坏林地 126.4 亩。二是在林地里搭工棚住人 586。基围鱼塘边上搭猪圈、鸭棚、鸡棚，搭茅棚住人 265，并在基围上垦荒种菜。这些人类的频繁活动也干扰陆鸟的栖息、觅食和繁殖。三是沙咀片建高速公路占地 263 亩，新洲河排洪工程占地 40 亩，市水产公司占地 124 亩，风塘河排洪工程占地 16 亩，破坏了不少基围鱼塘和陆地灌丛。高度公路的车辆和建路工具的来往也干扰陆鸟的活动。四是沙咀码头的装卸货物日益繁忙，附近住宿民工越来越多，据统计有工人 150 多人，车辆 30 多辆，严重干扰陆鸟的生态环境，使陆鸟“不得安宁”只得“远走他乡”。

#### 5. 保护陆鸟生物多样性的意义

由于城市建设对福田红树林湿地动物区系的影响，除鸟类以外其他动物已不多。可以说福田红树林带鸟类没有天敌。鸟类在红树林湿地生态系统中处于最高的营养级位。对较低营养级地位的物种的生物量起到重要的调节作用。现有的 55 种陆鸟中，53 种是食虫和食鼠的鸟类，可以控制昆虫特别是害虫和鼠类的种类和数量。食虫鸟以红树林为觅食区，控制红树林害虫的发生，有利红树林植物的正常生长。而红树林的正常生长，又保证了林下凋落物来源，为林下其他生物提供物质和能量，使整个湿地生态系统的能量转换和物质循环畅通，保持整个生态系统的平衡。但由于陆鸟生境受到破坏，捕食昆虫的雀形目鸟类 12 科 47 种减少 4 科 19 种，杜鹃科 7 种减少 4 种，使害虫特别是专一为害红树林植物白骨壤的鳞翅目昆虫近 3 年来大量发生，把白骨壤叶子吃光，大片植株因此而死亡。可见保护陆鸟的陆上林草生境、保护陆鸟种类的生物多样性极其重要。

## 洪河自然保护区生物多样性的现状与对策

倪红伟

(黑龙江省科学院自然资源研究所，哈尔滨 150040)

洪河自然保护区位于我国东北三江平原的东北部，北纬  $47^{\circ}42'18''\sim 47^{\circ}52'$ ，东经  $133^{\circ}34'38''\sim 133^{\circ}46'29''$ ，总面积 21,835.73 公顷。

洪河自然保护区属内陆湿地和水域自然生态系统，具有未被破坏的，保持完整的原始沼泽生态系统，是东北三江平原原始沼泽景观的“缩影”，是我国目前湿地类型最全、保持最完好的原始湿地，生物多样性十分丰富，具有重要的保护意义，被推荐为 A—1 类（国际意义一级）保护区（中国生物多样性保护行动计划，1994）。

洪河自然保护区共有维管植物 93 科 296 属 522 种，鸟类 15 目 32 科 104 种，兽类 5 目 11 科 27 种，鱼类 6 科 16 种，两栖类 2 科 3 种等。其中国家重点保护的濒危植物有黄蘗、水曲柳、核桃楸、野大豆 4 种，珍稀鸟类有白尾海雕、丹顶鹤、大天鹅等 9 种，珍稀兽类 8 种，



主要有梅花鹿、驼鹿、猞猁等,此外《中日候鸟协定》保护鸟类 65 种。洪河自然保护区地带性植被为温带针阔混交林,但由于气候、地理、水文等综合作用影响,形成了大面积非地带性的沼泽、草甸等低湿植被。建群种以湿生、沼生的禾本科、莎草科植物为主,只在局部地区有岛状森林出现,因而形成丰富的生态系统类型,包括森林、草甸、沼泽、水域和农田生态系统。森林生态系统可分为落叶阔叶林生态系统和灌丛疏林生态系统,草甸生态系统可分为典型草甸和沼泽化草甸生态系统,沼泽生态系统可分为泥炭沼泽、腐泥沼泽生态系统等,水域生态系统可分为河流、泡沼、池湖生态系统等,农田生态系统更为多样。洪河自然保护区的遗传多样性亦十分丰富,丰富的野生动、植物和微生物就是遗传多样性的宝库,遗传多样性也是物种多样性和生态系统多样性的表现。景观多样性在该区较贫乏,主要有森林、草地、水域等景观,它为生物多样性保护奠定了良好的基础。

做为类型最全,保存最为完整的湿地生态系统,洪河自然保护区生物多样性的研究应包括以下几个方面:①生物多样性调查、编目及建立信息系统,通过野外工作的详细调查,对物种、生态系统、景观和遗传资源进行编目,并在此基础上建立生物多样性的信息系统。②濒危物种的现状,濒危程度及发展趋势。对保护区涉危物种的数量、分布,种群生存力与繁殖对策等进行系统研究,编制红皮书,监测濒危物种的发展动态,并建立相应的保护对策。③确定关键种在生态系统中的功能作用。充分认识和发挥关键种对维护生态平衡、生态系统稳定性和生物多样性过程中的功能、作用,及开发利用价值。④生物多样性在维持生态系统结构与功能中的作用。包括生物多样性对生态系统结构的影响,对系统中能量流动、物质循环和系统稳定性的影响,不同生物类群与系统间的相互作用关系等。⑤生物多样性的长期动态监测,在典型和具代表性的生态系统中,长期定位监测生态系统结构与其动态变化,建立动态监测网络。⑥人类经济活动对生物多样性的影响,探讨由于人类的经济活动而造成的不同层次的生物多样性与生态学过程以及环境条件的变化。⑦生物多样性的恢复。对已被破坏或退化的生态系统进行恢复生态学的研究。⑧保护方法。改进保护区的设计和有效管理,开展就地保护和迁地保护,建立相应的保护对策。

## 鄂尔多斯高原生物多样性的初步研究

陈旭东 陈仲新 董学军 张新时

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放实验室,北京 100044)

鄂尔多斯高原属于中国陆地生态系统对全球变化响应的一级敏感区范围之内,不论过去、现在和将来都是中国典型的生态敏感过渡带。该区域生态景观类型丰富,植物区系复杂,具有中国温带地区最复杂的生活型,并素有“灌木王国”的美称。然而鄂尔多斯高原又是生态系统退化最为严重的地区之一,沙漠化、水土流失及盐渍化的危害并存,对该地区的生物多样性构成极大威胁。针对鄂尔多斯高原的这些特点,我们主要开展了如下研究:

1. 应用<sup>14</sup>C 测年断代、植物学孢粉分析、地层地球化学要素(碳酸钙、pH 值等)分析

及粒级分析等技术手段,还原鄂尔多斯高原第四纪全新世以来的环境变迁格局和古气候与古植被关系,建立植被对气候变化的响应模式,并着重探讨了自然突变事件对过去鄂尔多斯高原生物多样性的影响。

2. 通过近二年来的野外路线考察,目前已发现了两处大面积自然分布的残留植被,分别揭示了梁地和沙地自然景观背景下的未受或少受人为干扰的自然生态系统特征。残留植被是现代植被发展的“参照系”,通过研究残留植被的生态特征,有助于建立该地区生物多样性的“理想模式”,即该区域生物多样性的期望值,及探讨生物多样性的维持机制以及人类活动对生物多样性丧失的影响。

3. 研究了现有生物气候条件下的群落演替进程、成土速率和景观演化格局对生物多样性的影响,为建立现有自然背景下生物多样性的发展模式提供了依据。

4. 研究发展了地面平台低空遥感与全球定位系统(GPS)相结合的应用技术,建立地物波谱特征与区域生物多样性的联系,为大尺度监测生物多样性动态提供了理论基础。

5. 研究了该地区的关键种—油蒿(*Artemisia ordosica*)的年龄分布、自然更新和种群动态等生物生态学特性对自然干扰节律的响应,以及对区域生物多样性的影响。

## 祁连山(北坡)森林生物多样性分析

王金叶 车克钧

(甘肃省张掖祁连山水源林研究所,甘肃 734000)

祁连山是我国西北著名的高大山系之一,地处欧亚大陆中心,位于青藏、蒙新、黄土三大高原的交汇地带,地理位置为北纬 $36^{\circ}30'$ — $39^{\circ}30'$ ,东经 $93^{\circ}30'$ — $103^{\circ}$ ,属西北高寒、干旱半干旱地区。境内有森林、草原、荒漠、冰川雪山、农田和水域等多种生态系统,奠定了本区生物多样性的自然基础。其中尤以青海云杉林和祁连山圆柏林生态系统和高山湿性草原生态系统为主体,孕育了众多的生物物种。

1. 植物资源多样性 已查明的植物种类1044种,分属84科399属。本区植物种类约占全国总数的3.9%,其中乔木48种、灌木145种、草本851种。属于国家重点保护植物有星叶草、桃儿七、裸果木、蒙古扁杏等。可供开发利用的植物资源中,优良牧草50种、纤维植物17种、芳香植物20种、药用植物95种,观赏植物25种、农药植物8种。

2. 动物资源多样性 祁连山以优越的森林和高山湿地环境成为野生动物最适的栖息地。据多年调查表明,鸟类196种、兽类58种、爬行类13种、约有动物267种,占甘肃全省动物总数的40.5%,占全国总数的11.4%。属于国家一级保护动物有白唇鹿、雪豹、野驴、野牦牛;属于二级保护动物有猓狍、石貂、水獭、马麝、白臂鹿、藏羚羊、盘羊、马熊、豺等。由于乱捕滥猎的结果,多数珍稀动物种群急剧减少,尤其是马麝、雪豹、野牦牛、猓狍等面临灭绝的危险。

境内珍贵鸟类196种、分属于14目、31科、98属。属于国家一级保护鸟类有斑尾榛



鸡、金雕、白肩雕、玉带海雕、白尾海雕等 12 种。二级保护鸟类有猎隼、红隼、淡腹雪鸡、深腹雪鸡、蓝马鸡、血雉等 38 种。

3. 森林昆虫多样性 现知森林害虫有 12 目 113 科 988 种, 其中鳞翅目害虫 566 种, 占现知林业害虫 57.3%。天敌昆虫有 10 目、53 科、218 种, 主要种类有寄生蜂类、瓢虫类、食蚜蝇类和食虫蛇类等。由于天敌昆虫与森林害虫的种群数量保持相对平衡, 虽有害虫但不酿成虫灾。

4. 动植物区系多样性 动物地理成分以古北界为主, 东洋界和广布种较少。昆虫组成较简单, 表现出东西过渡类型。植物区系有多种地理成分, 以北温带成分为主, 植物具有典型的北温带性质, 高山特化与旱化现象较突出。各类物种在区内分布极不平衡, 东部丰富, 西部贫乏。物种数量表现为单种科和少种科较多, 这也说明本区为与代物种分化中心之一。

5. 关于保护与发展的意见与措施 祁连山地域性变化大, 动植物种类繁多, 是西部少有的物种遗传基因库, 对于保持生物的多样性和科学研究具有重要意义。但是, 近 15 年内, 毁林毁草二万公顷, 滥捕滥猎滥挖野生动物资源十分严重, 许多珍稀动物如野牦牛、鹅羚羊、马麝、白唇鹿、雪豹、盘羊、猞猁等日益减少, 导致物种濒临灭绝的境地。为了确保子孙后代的利益, 为了保护生物多样性与持续利用生物资源, 必须努力做到: (1) 实行可持续发展的策略, 作为保护和利用生物多样性的指导方针; (2) 流域上游山地天然林严禁皆伐与过量采伐, 以利于保护和改善珍稀濒危动植物的生存环境; (3) 在现有自然保护区基础上, 加强管理和投资, 以此作为本区保存、驯养、繁殖珍稀物种遗传资源多样性的重要措施, 并将保护、开发和科研溶于一体; (4) 加强立法与管理, 彻底清理林区深入 2.7 万名外地流散居民及其捕猎队、农闯队; (5) 加强国内国际合作与交流。

## 神农架山地森林生物多样性的特点、保护与发展

陈炳浩 杨大三\*

(中国林科院森林生态环境研究所, 北京 100091)

神农架林区(北纬  $31^{\circ}15'$ — $31^{\circ}57'$ 、东  $\times 109^{\circ}56'$ — $110^{\circ}58'$ ) 位于鄂西三峡库区上游、川陕鄂三省交界处, 属大巴山系向东延伸部分。全区总面积  $32.5 \text{ 万 km}^2$ , 森林覆盖率 49.5%。地史时期神农架经历了多次山地隆起与未遭冰川袭击, 由于有特殊的古地理环境、稳定的古陆、复杂的地质构造和多样的自然生态系统, 因而神农架山区成为古老动植物的幸存地或避难所、华中地区绿色宝库、生物基因库、史前景观区和国际罕见的森林遗产地。

1. 神农架森林野生动植物多样性形成的原因与自然基础 (1) 地处南北、东西两大生物界地理过渡地带, 具有生态学上边缘效应优势; 非常有利于两大生物界种群拓展、迁徙、

\* 湖北省林科院

渗透、间歇、繁衍、定居和生存发展。(2) 古地史时期未受冰川的影响,十分有利于古生物物种长期保存、演化、生存繁衍和持续发展。(3) 森林茂密,野生动物最适栖息地。(4) 自然环境优越,在秦岭山体庇护下,无寒流入侵,气候温暖湿润,山林茂密,深山峡谷,有利于孕育千千万万的生物物种。

2. 森林类型多样性 是我国北亚热带华中地区森林生态系统保存较好的区域,森林植被垂直分布带自下而上依次分布有常绿阔叶混交林、亮针叶落叶阔叶林、暗针叶林等三个森林带;有巴山冷杉林、红桦林、山毛榉林等 15 个森林类型。

3. 野生植物资源多样性 是华中地区罕见的生物基因库。有 193 科、850 属、2638 种植物。约占全国植物总数的 9.7%。其中约有 50 个属是中国特有属,约 1000 种植物是中国特有种,约 100 种植物是神农架区域特有种。

4. 珍稀野生动物资源多样性 现知脊椎动物 334 种,其中兽类 69 种,鸟类 192 种,鱼类 35 种,爬行类 26 种、两栖类 12 种;国家重点保护动物有金丝猴、金钱豹、金猫等 54 种。已发现的白化动物有 20 余种,白化动物既是本区特有现象又是全国集中分布区域。所谓神农架“野人”确有存在,但不是人,可能是高等灵长目动物或珍稀奇异动物。

5. 起源古老、特有、珍稀野生植物多样性 是国家重点保护植物有珙桐、光叶珙桐、三尖杉、连香树、穗花杉、水青树、香果树和鹅掌楸等 34 种。

6. 野生药用植物资源多样性 境内药用植物有 192 科、800 属、1800 种。占神农架植物总量的 79%,占湖北省药用植物总量的 53%,占全国药用植物的 33%。

7. 野生花卉植物多样性 较高观赏价值的花卉植物有 83 科、524 种。其中仅兰花就有 100 种,杜鹃 20 余种。

8. 森林旅游景观多样性 以红桦画廊、燕子垭、神农顶、神农溪等地著称,集史前景观与旅游胜地于一体。

9. 森林锐减与野生动物消失一瞥 与 60 年代相比,森林覆盖率下降 20%,原始森林萎缩,森林环境退化等原因,变得更加不利于野生动物生存。对 16 种毛皮兽动物统计表明,近 30 年内野生动物急剧减少与消失,其中虎 210 只,豹 1.6 万只,貉 8.5 万只,花面狸 3.6 万只,近 20 年内死于偷猎者之手的金丝猴多达 1000 只。

10. 生物多样性的保护与发展 (1) 实施可持续发展的战略;(2) 禁止皆伐亚高山原始森林和溪谷上游森林,确保野生动物栖息处。(3) 加强主要物种的野祖型、栽培型和亲缘种的遗传学并包括遗传种质资源保存技术和生物新技术开发的研究;(4) 完善物种类体系;(5) 完善法律法规与建立保护网络化;(6) 各气候带典型森林生态系统定位研究;(7) 积极参与国际合作与交流。



# 论我国沙漠地区资源植物多样性的保护与持续利用

刘家琼 丘明新

(中国科学院兰州沙漠研究所, 兰州 730000)

据《中国沙漠植物志》所载,我国沙漠地区的植物有1000多种,其中许多是资源植物,而其利用价值大的有优良的防风固沙植物胡杨(*Populus euphratica*)、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、沙柳(*Salix psammophila*)、油蒿(*Artemisia ordosica*);重要的药用植物肉苁蓉(*Cistanche deserticola*)、沙参(*Stellaria dichotoma*)、甘草(*Glycyhiza uralensis*)、黄芪(*Astragalus mongolicus*)、麻黄(*Ephedra przewalskii*)、黄色补血草(*Limonium aureum*);好的纤维植物罗布麻(*Apocynum lancifolium*)、芦苇(*Phragmites communis*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、马蔺(*Iris ensata*);以及珍稀名贵的食用植物发菜(*Nostoc flagelliforme*),等等。多年来,尤其是近年来人们对这些资源植物进行掠夺式的开发利用中已使它们遭到了严重的破坏,遭到破坏最严重的有胡杨、沙冬青、肉苁蓉、甘草、麻黄、发菜等,例如:大面积的胡杨林及沙冬青灌丛已被大量砍伐得所存无几,肉苁蓉被挖掘得已接近灭绝,甘草和麻黄大部分已被挖掉,发菜已被采收得资源面临枯竭。在这些资源植物遭到严重破坏的同时,还使得原来的林地、草地大面积沦为沙漠化土地。

要使这些重要的资源植物不致于在人们进行掠夺式的开发利用中灭绝,而使其能得到持续利用,必须采取如下措施:

1. 严禁对现存的胡杨林及沙冬青灌丛继续乱砍滥伐,并对它们进行封育和设法建立胡杨林及沙冬青灌丛的自然保护区,同时进行人工造林。
2. 严禁对现存的甘草、麻黄等药用植物继续无限制地滥挖,同时大力提倡人工种植甘草、麻黄;对被挖掘得已接近灭绝的肉苁蓉:要立刻禁止再挖掘,并把其移至植物园中栽植而得到保护,同时大力进行人工培育。
3. 对发菜要进行划区而轮流地进行采收,不少地方在采收发菜中人们利用机械连发菜带表土一起刮走的掠夺式采收方法必须严加制止;对采用各种耙具进行耙耨采收发菜而严重刮破表土破坏发菜生态环境致使发菜难以继续生长的采收方法也同样要严加制止。为了减轻对天然发菜采收的压力并使发菜资源更为丰富,还应开展发菜的人工培育。

# 黑龙江省东部林区森林生物多样性的初步研究

张万里

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室, 哈尔滨 150040)

生物多样性是差异显著的生命系统的特性, 是多样化的, 有生命的实体群 (entity group) 或级 (class) 的特征, 每一级实体基因、细胞、个体、物种、群落或生态系统都不止一类。是所有生命系统 (living system) 的基本特征, 包括所有植物、动物和微生物的所有物种和生态系统, 以及物种所在的生态系统中的生态过程。这是一个概括性的术语, 它包含数量和频度两个方面的含义。

森林做为陆地最大的生态系统, 含有最高的生物多样性。黑龙江省东部林区, 植被组成以长白植物区系成分为主, 地带性顶极为阔叶红松林。森林群落的生物多样性存在着明显的季节变化, 很多早春植物能够充分利用光、热完成其短暂的生活史, 即使在同一个森林群落里, 由于物种生活史和生长型上的差异, 多样性值有很大的变动。生境好的林型通气透水和光热条件适宜的话, 多样性值比较稳定。此例为凉水自然保护区的人工落叶松林, 而在生境差的老爷岭人工红松林和落叶松林则出现了明显的波动。由于草本物种在多样性中的贡献最大, 故全年的多样性变化趋势与草本的近似。凉水自然保护区中的原始红松林和人工红松林多样性在春季最高, 而夏季略低于秋季。总的说来, 老爷岭的次生林多样性春季最高 ( $H=2.96$ ), 秋夏相差不大, 因林型而异。老爷岭人工红松林 ( $H=1.92$ ) 和人工落叶松林 ( $H=2.88$ ) 均表现出春季的最高多样性。

森林植物多样性, 因物种生长型的不同有差异。乔木、灌木和草本物种对资源的利用也有差异, 某一林型在某一季节里, 往往草本多样性最高, 乔木物种多样性最低。而老爷岭人工红松林下, 草本同灌木相比, 分布不均匀且物种少, 导致灌木多样性 ( $H=1.75$ ) 高于草本多样性 ( $H=1.25$ )。老爷岭山杨林在夏秋两季表现出灌木多样性 ( $H=2.1$ ) 高于草本多样性 ( $H=1.9$ ), 因山杨林群团状死亡之后, 灌木丛生, 草本减少所致。

在不同的干扰下, 多样性变化总的趋势是, 春、夏、秋季和全年, 次生林总的具有最高多样性, 原始林同人工林相比, 只在春季稍高。这是因为次生林处于向顶极群落演替过程中, 它兼有尚未衰退的先锋物种以及原始林相所具有的物种, 产生边缘效应, 从而提高了多样性。原始林多样性变化范围为  $2.54 \sim 2.94$ , 次生林为  $2.74 \sim 2.96$ , 人工林为  $2.54 \sim 2.73$ , 全年变化幅度以原始林最大, 人工林最小。文中选择了丰富度、多样性和均匀性共 12 个指数, 经比较认为以  $N$  (物种数),  $H$  (香农指数),  $E_1$  (均匀性) 最佳。

作者通过调查认为, 多样性作为群落内物种多度和数量分布均匀程度相结合的函数, 可以解释群落内部的结构状况, 甚或种间关系。而在考虑多样性时, 应从时间、空间、物种间的关系上着手, 加强多学科的更广泛范围的合作调查, 在实际工作中同稳定性和生产力相结合。最稳定的原始红松林却不是多样性最高的; 而稳定性也不是多样性值或生产力一



两个指示能够说明的。作为基础研究,要为合理配置和利用生物资源,保护生物多样性和探讨生物资源的持续利用以及生产实际提供理论参考。

## 藏东南高山峡谷生物多样性的特征与保护

徐凤翔

(西藏高原生态研究所,八一镇 860000)

生物多样性的基础是物种的多样性。物种多样性缘由于生物进化发展和生境及生态过程变化的多样性。因之不同生态类型形成的地域分异使生物多样性的程度随之而异。

我国由于地域辽阔和三维空间气候区带的多样,故在全球国度生物多样性排序中居于前列。

众所周知,我国东南缘热带、亚热带所属的省区生物多样性程度高。但对西藏高原东南部高山峡谷地区的生物多样性程度亦高,且甚为独特,却知者较少。

西藏高原拥有维管束植物 5700 多种,占全国的 1/6。其中木本植物即有 1700 多种。西藏的动物种已知脊椎动物有 680 余种,鸟类的种和亚种共约 580 种。而各类物种的 60—70% 分布于藏东南高山峡谷区。

在此地域内,不仅物种数量丰富,更为独特的是具有多区系成分交汇集中和古老子遗成分与分化孕新的特有种并存的特点。

藏东南典型的高山峡谷地段雅鲁藏布江大拐弯峡谷及墨脱山体,在距离 40—50km 范围,海拔高差可由 500 (600) m 至南迦巴瓦峰 7782m,几乎包括了北半球由低纬度至高纬度的各气候类型,相应而层带分明地有:山地热带季雨林、雨林,山地亚热带常绿阔叶林、常绿落叶阔叶林,山地暖温带、温带针阔混交林,亚高山寒温带针叶林,高山寒带疏林、灌丛、草甸,高寒砾石滩冰缘稀疏植被带等。

在如此多样的生态系统中,各植物区系的物种组分集聚,尤其雅鲁藏布江南流的水系承接印度洋暖湿气流,而使热带北移至 29°N,上升至 1100m,多种印度—马来区系成分北上分布。

藏东南高山峡谷生境的多样性既为古老子遗植物提供了生存的场所,又促使遗传分化孕育了若干地区特有的新物种。如墨脱山区就有特有种 130 余种,其中仅竹类 10 余种即属地区特有,而且新物种随深入探索不断出现,如雅鲁藏布江大拐弯地区,仅在初步资料整理中即有龙胆科二新种,铁线莲属一新种,密花树属一新种。

在藏东南高山峡谷,生物多样性还反映在适应与反应方面特殊的表现,如生长特异及生长型的多样。多种裸子植物建群种生长至巨乔木 (60—70m 以上),常绿阔叶树种生长至大乔木 (40m 以上),杜鹃、沙棘等灌木类能长至小乔木、中乔木 (15—20m 以上),竹类、树蕨等亦能长至 15—20m,多种矮草可形成高 2m 以上的高草层等等。充分反映了藏东南高山峡谷地带独特的生境、生态系统的多样性造就了一处独特的生物物种多样性宝库。

在藏东南高山峡谷,生物多样性更应重视研究其价值和效益的多样性。如有药用价值的植物与微生物(菌类)达千种以上,药用动物百种以上,而很多草本与树种有极大的护坡保土、保护环境的效益。因此藏东南高山峡谷地区保护生物多样性与保护生境的多样性是在开发利用资源时应首要考虑的统一而唇齿相依的两大方面。生境的多样性是生物种群、生态系统的多样性以至整体的生物多样性形成的基础。峡谷脆弱的生态环境若有变化,将给物种的生存空间及质量带来难以恢复的影响。故在藏东南雅鲁藏布江大拐弯南迦巴瓦峰以及下游墨脱地区应划为以特殊目的(生物宝库、科考探险、生态旅游)为主的自然保护区,并在其中再分别建立各别的核心保护点。

## 草海大型水生植物生物多样性恢复研究

孙亦彤 任久长 蔡晓明

(北京大学环境科学中心,北京 100871)

该研究是国家“八·五”攻关课题的一部分,是在1992年3月到1994年12月间进行的。该研究内容包括:草海大型水生植物现状调查;近40年来大型水生植物群落分布和物种组成的演变;草海大型水生植物恢复目标的确定;草海大型水生植物物种多样性恢复的现场试验等。

现场调查结果表明,草海17个站位的水质DO、COD值和TN、TP值等均超过地面水三级标准,属异常富营养化的重污染水体;草海主要水生植物群落仅有漂浮植物凤眼莲群落和沉水植物红线草群落。物种多样性指数(香农指数)仅为0.29。

历史资料表明,在50—60年代,草海生长有云南海菜花群落、轮藻群落等8个主要群落。大型水生植物物种有38种,其中沉水植物有22个。70年代以来,大型水生植物群落多样性和物种多样性明显丢失。目前,沉水植物只剩下红线草一种。用多样性指数来评价,50—60年代为优,70年代为良,到90年代,物种多样性为劣。水质污染和栖息地丧失是生物多样性降低的主要原因。

试验地大型水生植物生物多样性恢复目标的确立“恢复”指的是将受干扰破坏的生态系统返回到干扰前的状态,使恢复重建的生态系统在结构和功能上尽可能的相似于干扰前的生态系统。具体而言,草海大型水生植物恢复和重建的目标可以概括为:①在结构上,恢复大型水生植物生物多样性,物种丰富,生物量适中;②在功能上,有效净化水质,在投入少量辅加能量条件下,可以保障水资源和生物资源的可持续利用。

现场恢复试验是作为草海大型水生植物恢复前的技术准备,内容包括恢复物种的选择,恢复条件的控制,物种多样性的恢复过程,群落恢复机制,恢复生长速率,及恢复标准等。试验池水质TN、TP为Ⅳ级,深1m左右,底质属肥沃型。在此条件下,沉水植物如狐尾藻、苦草、金鱼藻、微齿眼子菜、菹草、轮藻、黑藻等成功地得到恢复。在群落形成初期,物种表现出“先入为主”、“和谐共生”等原则。



根据多样性指数, 试验地沉水植物多样性水平为良, 相当于草海 70 年代生物多样性的水平。

## 香港石彭洲植被及其生物多样性

陈定如 庄雪影\* 黎振昌

(华南师范大学生物系, 广州 510631)

石彭洲是位于香港大屿山岛南部的一个小岛 ( $22^{\circ}12'N$ ,  $113^{\circ}59'E$ ), 全岛面积约为  $1.2\text{Km}^2$ , 最高峰为 185m, 该岛自 1961 年以来, 为香港戒毒协会 (Society for the Aid and Rehabilitation of Drug Addicts) 主办的戒毒中心。

据英国两栖及爬行动物分类及生态学家 Dr. Skip Lazell 的调查, 石彭洲具有丰富且独特的两栖及爬行动物区系 (约 24 种)。其中, 锯尾蜥虎 (*Hemidactylus garnotii*)、香港双足蜥 (*Didamus bogadeki*)、紫沙蛇 (*Psammodynastes pulverulentus*) 和一种 *Ahactula* 属的种类 (*A. of prasina*) 通常是森林栖息动物, 目前极少或完全不见于邻近的其它岛屿, 但在石彭洲却有分布。为了探讨石彭洲两栖及爬行类动物多样性与其植被群落之间的关系, 本文作者应 Dr. Lazell 的邀请, 于 1995 年 6 月 10 日到 18 日对石彭洲植被进行了初步的调查。

石彭洲的原生动、植物区系早已被破坏殆尽, 所有现存植被都是在六十年代初以后从火烧迹地上发展起来的。目前主要有人工林、沟谷次生林、灌丛及草坡等几种主要植被类型。人工林 (约 6%) 是在六十年代初至七十年代初之间栽种的, 以台湾相思林 (*Acacia confusa* plantation) 为主。这些人工林生长良好, 但植物种类多样性指数 (Shannon - Wiener) 最低 (2.0)。沟谷次生林 (约 3%) 主要分布在潮湿的山涧附近。由于自然条件优越, 植物种类丰富、多样性指数最高 ( $\approx 2.7$ )。灌丛、草坡 (共 90%) 则是在干旱、贫瘠山坡上演替起来的次生植被, 种数及多样性随演替时间和环境而异。在干旱贫瘠的山坡地, 早期植被以托竹 (*Arundinaria cantorii*) 为优势种, 植物多样性低, 但随着演替时间的延长, 托竹的优势逐步为其它乔灌木种类所取代, 其群落多样性也提高。在这些群落中, 常见的乔灌木树种有潺槁树 (*Litsea glutinosa*)、布渣叶 (*Microcos paniculata*)、黄牛木 (*Cratoxylum cochinchinense*)、豺皮樟 (*Litsea rotundifolia*), 它们大都是香港, 甚至华南地区次生林的先锋树种。

石彭洲的植被及其两栖及爬行动物多样性发展与其优越的自然环境和历史因素有着密切的关系。自明朝以来 (约 1645 年), 这里的人为活动受到限制, 虽然日侵时期和 1960 年曾遭受严重的破坏, 但自 1961 年以后, 该地的人为活动大为减少; 此外, 大面积的植树造林为动、植物区系的保存和恢复提供了良好的条件。因此, 人为活动的减少是促进和保存石彭洲植被及其生物多样性发展的主要因素。

\* 华南农业大学植物保护系, 广州 510642

# 秦岭生物多样性的研究

徐照辉 潘文石

(北京大学生命科学学院, 北京 100871)

秦岭山系在世界动物地理分区上是兼跨了古北界和东洋界的分水岭。从秦岭南坡至北坡包括了三个气候带——山地北亚热带、温带和亚寒带,因此就构成了秦岭山区多种多样的生态系统,使该区生物多样性十分丰富,本研究对秦岭生物多样性的保护及利用将具有重要的意义。秦岭东西长 400—500 公里,南北宽 120—180 公里。全区土地面积 5 万多平方公里,林业用地 4.02 万平方公里,其中国有林地 1.16 平方公里,集体林地 2.86 万平方公里,森林覆盖率 47.74%。秦岭从六十年代开始,先后建有 6 个森工采育企业,68 个国营林场和 5 个自然保护区。

我们的调查从海拔 450 米的汉江平原的北亚热带开始,到海拔 1350 米以上的温带,再到海拔 2400 米以上的亚寒带,均进行各类型生物群落的考察。据调查和资料的初步分析如下:秦岭山区由于具有独特的气候条件,具有明显的南北过渡性,生物种类极为丰富。就植物而言,种子植物有 2900 多种,苔藓植物 300 多种,蕨类 200 多种,其中被列为国家保护的植物有 28 种。动物区系同样也由于古北界和东洋界的交汇而种类繁多,仅昆虫就达 1400 多种,鸟类有 338 种,兽类有 126 种,其中国家重点保护动物有 41 种。动物、植物区系在不同的气候带均有其独特的分布。北亚热带因海拔低及较平缓的坡地,多已被开垦成农田,动物、植物种类均减少,水中生物更加减少。这一气候带常绿阔叶树的分布,植物较珍贵的有银杏和连香树,珍稀动物有朱鹮、白冠长尾雉和秋沙鸭等。在温带,生物种类最繁多。但从六十年代后的森林砍伐,对这一气候带的动物和植物的数量与分布影响较大,原始林较砍伐林的种类和数量更大。本带分布有大熊猫、金丝猴、毛冠鹿、青鼬、林麝、豹、黑熊、勺鸡、红腹锦鸡和红腹角雉等珍稀动物,珍贵的植物有铁杉。在海拔 2400 米以上的严寒带,物种丰富度次于温带。本带森林茂盛,植被保存较完整,使许多动物和植物赖以生存。珍稀动物有羚牛、血雉等,珍贵植物有独叶草。

在秦岭生物多样性保护管理上,还存在不少尚需解决的问题。主要是人们的环境保护意识观念淡薄,对生物多样性保护还没有取得应有的共识,森工企业仍在采伐这动物及植物赖以生存的生境,并乱砍滥伐森林及乱捕滥猎野生动物的事件时有发生,对水中生物的毒杀,对珍稀中草药植物的破坏性挖取。保护管理手段落后,同时秦岭的自然保护区面积尚小,且相互间不能衔接,使野生动物、植物的繁衍生息受到一定的影响。为了更有效地保持秦岭完整的森林生态系统和自然历史遗迹,停止森林大面积砍伐、保护和研究秦岭生物多样性就显得具有重要意义,保全秦岭这一南北交界的生物多样性。



# 青海湖湿地环境特征及其保护与合理利用

陈桂琛 彭 敏 李来兴 周立华

(中科院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

青海湖地处青藏高原东北部, 是我国面积最大的湖泊, 它以其独特的地理位置和景观特点为世人瞩目。青海湖鸟岛自然保护区已被列入国际重要湿地名录。近 30 多年来, 由于全球气候变化及湖区人类活动的综合影响, 青海湖湿地环境呈现明显恶化趋势。本文根据作者近年来对湖区环境调查及有关资料, 从湿地生态系统的角度, 探讨了青海湖湿地生物群落组成特点, 湿地环境演变特征及其与湖区整体生态环境恶化的关系。在此基础上提出湿地保护与合理利用的建议。

青海湖湿地生物群落组成特点: 青海湖属贫营养型湖泊, 浮游生物种类及组成较简单, 并具有明显的空间分布及季节动态变化。鱼类区系比较简单, 青海湖裸鲤是本区湿地食物链结构中较为关键的环节。湖周沼泽及沼泽草甸受地形及水文特征的影响呈间断的环带状结构, 并以其独特的环境特征吸引了大量的水禽和沼泽鸟类。据初步统计, 青海湖盆地鸟类超过 180 种, 其中水鸟 61 种。

青海湖湿地环境演变特征: 青海湖的演化不是单一的形成——发展——萎缩(衰亡)三步曲, 而是有着较为复杂的波动历史过程(中科院兰州分院等, 1994)。青海湖演变有其自身的规律, 与青藏高原隆起和古气候的波动变化相联系, 其水位波动受人类活动的直接影响相对较小。由于自然因素与人类活动的综合影响, 湖区环境演变更趋复杂化, 并呈现整体退化趋势(陈桂琛等, 1994), 特别是湖区植被破坏、草场退化、沙化趋势加剧等一系列生态环境变化对湿地环境演变有重要影响, 加速了湿地环境变迁的生态过程。资源不合理利用及区域环境恶化对湿地生物多样性及生物群落组成变化也产生重要影响。由于气候干暖化趋势和人类活动引水截流及过度放牧等影响, 沼泽植被退化并呈现萎缩趋势。总之, 青海湖湿地环境演变有其自身演变规律, 同时区域整体环境恶化与湿地环境恶化有密切的联系, 它使得湿地环境演变更加复杂化, 并加速了湿地环境演变的生态过程。青海湖湿地环境演变趋势在一定程度上取决于气候波动及与人类活动相关的现代生态过程。

鉴于本区湿地环境特征, 应调控人类活动, 合理利用湿地资源, 从生态系统结构与功能的整体保护出发, 保护湿地生态系统及生物多样性。湖区整体环境恶化是湿地环境恶化不可忽视的重要因素之一, 因此, 从某种意义上说, 保护区域生态环境与保护湿地本身具有同样重要意义。

# 西北干旱区主要濒危动植物现状 及其 21 世纪保护措施展望

袁国映 · 王 琳 卓丽菲娅

(新疆环境保护科学研究所, 乌鲁木齐 830011)

占我国总面积 2/5 的西北干旱区, 由于山地垂直自然景观带的存在, 大为丰富了生物多样性物种, 但因人口不断增长的压力, 这些物种的分布区及种群数量不断缩小, 许多种处于濒危状态, 有的已经绝灭。如新疆虎在 100 年前据普热瓦斯基记载“塔里木河的虎象优尔加河的狼一样多”, 但在 50 年后已在该区消失; 野骆驼从 100 年前的 1 万峰下降到 1982 年的 2000—3000 峰, 现在仅剩 730—880 峰; 蒙古野马在 1967 年还见群体活动, 但 80 年代初多次野马考察没能见到, 估计野外还残存数匹, 但已不能繁育; 近 40 年来, 蒙古野驴已从准噶尔盆地西部和中部消失, 仅残存于卡拉麦里山北部和马鬃山一带, 分布区缩小了 4/5; 鹅喉羚 40 年前广泛分布于准噶尔盆地、塔里木盆地和河西走廊, 现仅残存于安西北部 and 新疆南北局部地区, 数量仅剩 1/10; 棕熊、雪豹、猞猁已在大部分山地分布区消失; 野生马鹿也仅剩 1/10 左右; 40 年前数量还很多的天山的原麝、祁连山的马麝、六盘山及甘南的林麝, 已陆续在各分布区绝灭和接近绝灭; 新疆大头鱼在 1970 年还是博斯腾湖和塔里木河的主产鱼类。但到 80 年代似已绝迹, 塔里木裂腹鱼似也在步其后尘; 唯有高山狼的减少和平原普通狼的接近绝灭受到牧民的欢迎, 而不被人们惋惜。由于砍伐和上游过度引水, 胡杨林在准噶尔盆地减少了 90%, 塔里木盆地减少了近 1/2, 额济纳河和疏勒河下游也已因地下水位下降而萎缩; 盲目采挖甘草、贝母, 已使不少荒漠草场及山地草原千疮百孔; 刮地皮采发菜已使河西走廊本就恶化的环境雪上加霜, 风蚀、荒漠化加重; 目前雪莲、肉丛蓉等保护植物被过度采挖, 有使其在大部分布区绝灭的危险!

分析导致珍稀物种濒危的原因, 展望 21 世纪生物多样性保护工作, 提出以下建议, 供各有关部门参考:

1. 增建一批新的自然保护区, 并加强管理。自然保护区是就地保护物种的最佳方法和手段, 至今在该区域已建有 70—80 个, 在下世纪若能将其数量和面积增加一倍, 其中在新疆能增加 30 个, 并强化管理措施, 将大为巩固西北干旱区生物多样性保护的基础条件。

2. 与中亚邻国合作, 扩建跨境国际自然保护区, 如喀纳斯、帕米尔、托木尔、外阿尔泰戈壁等。使其面积扩大, 地位更为稳固, 且对发展经济影响较小。

3. 增建多类型植物园, 这是移地人工保护珍稀植物的基地, 现已有一定数量, 争取下世纪能增加一倍数量和面积。

4. 增建、扩建珍稀动物繁育中心。这是移地保护珍稀动物的基地, 新疆吉木萨尔野马繁育中心已使 18 匹运进的野马增殖到 56 匹, 准备近期野外还乡。甘肃武威的繁育中心也已保护饲养了多种珍稀物种, 如野骆驼、高鼻羚羊等。希望 21 世纪能增加一倍繁育中心的



数量。

5. 进一步研究推广珍稀植物人工养殖技术, 从而代替和保护野生种, 如雪莲、贝母、肉丛蓉、甘草等。
6. 强化法制管理, 提高执法力度, 公安、林业、环保部门应密切合作, 杜绝偷猎现象。
7. 加强动植物保护宣传工作, 提高全生物生物多样性保护意识。
8. 保护与利用相结合, 若只讲保护不注意合理利用, 保护工作不能持久。

## 庞泉沟四种柳莺营巢生态位的比较研究

杨向明

(山西庞泉沟国家级自然保护区, 交城 030510)

棕眉柳莺(*Phylloscopus armandii*)、黄眉柳莺(*P. inornatus*)、中华叶柳莺(*P. sichuanensis*)和冠纹柳莺(*P. reguloides*)是在庞泉沟自然保护区繁殖的四种柳莺。有关的报道见庞秉璋(1984)、刘焕金等(1986)、杨向明等(1994)、Baker(1934)、Alstrom(1992)。1993—1995年的5—6月, 在山西庞泉沟自然保护区对4种柳莺的营巢生态位作了研究。

选定①海拔, ②小环境, ③巢位  $10 \times 10\text{m}$  乔木胸径, ④  $10 \times 10\text{m}$  树高, ⑤巢位  $4 \times 4\text{m}$  灌木量, ⑥灌木均高, ⑦坡向, ⑧坡度, 巢位  $4 \times 4\text{m}$  内⑨0—10cm、⑩10—30cm、⑪30—50cm、⑫50—100cm、⑬1—2m、⑭2—5m、⑮5— $\infty\text{m}$  植被盖度15个营巢环境因子, 再将各因子划分为若干等级, 通过选定路线测定因子①②和随机巢测定其它因子的方法, 计算各因子的生态位宽度和种间生态位重叠。

结果表明, 在生态位宽度上, 棕眉柳莺在①②③④⑤⑦⑪⑮因子上最窄(0.1333—0.9223), 在⑩⑪⑫⑬上最宽(0.6959—0.8408); 黄眉柳莺无最窄者, 在⑧⑨⑬上最宽(0.3494—0.9463); 中华叶柳莺在⑧⑬上最窄(0.4910—0.7867), 在①②⑤上最宽(0.8956—0.9648); 冠纹柳莺在⑨⑩⑪⑫上最窄(0—0.8869), 在④⑤⑦⑮上最宽(0.8869—0.9528)。

4种柳莺间生态位重叠上, 因子②在黄眉柳莺与棕眉柳莺(0.0300)、黄眉柳莺与中华叶柳莺(0.2600)、棕眉柳莺与冠纹柳莺间重叠(0.1100)最小; 因子⑮在黄眉柳莺和冠纹柳莺之间(0.2222)、中华叶柳莺和冠纹柳莺之间重叠(0.5000)最小; 因子④在棕眉柳莺与中华叶柳莺间重叠(0.1325)最小。

因子②和⑮是4种柳莺营巢生态位隔离的关键因子。在②所划出的6种林型中, 棕眉柳莺83%营巢于灌丛, 5— $\infty\text{m}$  盖度 $<20\%$ 占94%; 黄眉柳莺多营巢于针叶林(39%)和针叶混交林(40%)中, 5— $\infty\text{m}$  盖度 $\geq 60\%$ 者占80%; 中华叶柳莺营巢于疏林灌丛(36%)、阔叶林(25%)和针阔混交林(23%), 5— $\infty\text{m}$  盖度 $<40\%$ 者占75%; 冠纹柳莺营巢于阔叶林(23%)、针阔混交林(32%)、针叶林(30%)等多种林型, 5— $\infty\text{m}$  盖度差异不明显。

棕眉柳莺营巢主要依附于灌丛环境, 对环境因子要求较严, 但在灌丛的利用上, 表现

出较宽的生态位,体现出灌丛鸟类的特点。黄眉柳莺和中华叶柳莺均为本区的优势鸟种,二者营巢分别占据针叶林为主和以阔叶林、林缘灌丛为主的疏林灌丛环境。冠纹柳莺在营巢环境②这一因子上和中华叶柳莺和黄眉柳莺重叠较大,但其营巢与林间 5m 以下的植被关系密切。所有的这些特点,均和各种的觅食位、活动习性等保持一致。

## 野双峰驼分布区植物类型及生态分布研究

李红旭 张 莉

(新疆环境保护科学研究所, 乌鲁木齐 830011)

野双峰驼 (*Camelus bactrianus ferus Linnaeus*) 目前仅分布于我国新疆、甘肃及中蒙边境地区。现世界上所生存数量极少, 已列入世界性保护珍兽名录; 属濒危动植物物种国际贸易公约 (CITES) 中一类保护动物, 中国 1 级保护动物。1995 年 4 月至 6 月, 笔者参加由联合国环境规划署和新疆环境保护局联合组织的考察队, 在目前世界上仅存的野双峰驼分布区进行了为期两个月的野外实地考察, 现将有关资料做一简要总结。

### 1: 野双峰驼分布区

本世纪 60 年代以前, 野双峰驼曾广泛分布于我国西北地区。1935 年瑞典人 Sven hedin 对此曾有过详细的记载和报道。但就这次野外考察结果分析来看, 目前世界上野双峰驼仅分布于罗布泊北部, 阿尔金山北部, 塔里木河中游流域及中国、蒙古边境地区, 该区域均为干旱荒漠区; 由于近年来人类活动的增加及向荒漠区的深入, 加之地理隔离作用, 四个区域内野双峰驼的种群之间没有联系; 既: 在四个分布区之内, 野双峰驼在各自的分布区活动、生存; 没有大范围迁徙及种群间渗透现象的发生。

### 2. 植物类型

在中国植物地理区划中, 目前野双峰驼分布区属亚非荒漠区, 亚洲中部荒漠亚区, 新疆东部荒漠省、甘肃北部荒漠省和塔里木荒漠省, 共包括嘎顺戈壁州、星星峡州、塔里木河谷州、罗布泊州、若羌州和阿尔金山州 6 个植被州。其组成均属于古地中海荒漠区的组成部分, 群落中层片结构比较简单, 大部分地区的植被只有一个层片, 在部分地带由半灌木与一年生草本、灌木与半灌木、小半灌木与多年生短命植物组合成双层片群落, 其植物类型包括灌木荒漠、小半灌木荒漠、半灌木荒漠、小半乔木荒漠和多汁木本盐柴类荒漠五个类型。从组成区域内植物区系的建群植物来看, 其具有古老第三纪形成的荒漠植物群系如盐生假木贼群系 (*Form. Anabasis salsa*)、霸王群系 (*Form. Zygophyllum xanthoxylon*)、裸果木群系 (*Form. Gymnocarpus przewalskii*)、膜果麻黄群系 (*Form. Ephedra przewalskic*) 等, 也具有发生于新第四纪的喀什蒿群系 (*Form. Artemisia kaschgarica*)、沙蒿群系 (*Form. A. arenaria*)、白梭梭群系 (*Form. Haloxylon persicum*) 等。

### 3. 植物的分布

#### 3.1 罗布泊北部野双峰驼分布区



该区域内包括嘎顺戈壁植被州和罗布泊植被州,位于哈密、吐鲁番盆地以南的残丘起伏准平原及罗布泊湖积平原和河流淤积平原。北部海拔高度略高于1000m,残丘间有平地 and 干河床及洼地;丘间平地分布有稀疏的泡泡刺(*Nitraria roborovakii*)、怪柳(*Tamarix spp.*)和琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)植丛,在洪积扇下部及干谷中分布有沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)和裸果木(*Gymnocarpus przewalskii*)等。近罗布泊洼地出现被风蚀的盐土,分布主要植物有盐节木(*Halocnemum strobilaceum*)、盐穗木(*Halostachys caspica*)、细枝盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、芦苇(*Phragmites communis*)、大花野麻(*Poacynum hendersonii*)、茶叶花(*Trichomitum lancifolium*)等;在沙丘边缘生长零星的梭梭柴(*Haloxyylon ammoderon*)、多枝怪柳(*T. ramosissima*)、胡杨(*Populus diversifolia*)和芦苇等植物。

### 3.2 中蒙边境野双峰驼分布区

该区域在植物区划上属星星峡植被州,位于甘肃北部民水,公坡泉和内蒙古马鬃山一带,地形为山地和其间的大洼地,山地山体小而海拔高度低,一般在1500—2100m之间,山体土壤石质性很强,只分布稀疏的合头草(*Sympegma regelii*)、短叶假木贼(*Anabasis brevifolia*)和戈壁藜(*Iljinia regelii*)等;山前倾斜平原及山坡下部则分布着泡泡刺荒漠;山间洼地均很大,分布着较大面积的琵琶柴和膜果麻黄荒漠;在土壤沙质的干谷可见到稀疏的梭梭柴和泡泡刺,较小的山间沟谷中多见霸王(*Zygophyllum xanthoxylon*)、裸果木及锦鸡儿(*Caragana spp.*)。

### 3.3 阿尔金山北部野双峰驼分布区

该区域属阿尔金山植被州和若羌植被州,位于阿尔金山北部至库木塔格沙漠之间,近山地区域植物分布种类较多,海拔在2000—3000m之间,常见种有短穗怪柳(*Tamarix laxa*)、膜果麻黄、盐爪爪、盐穗木、喀什霸王(*Zygophyllum kaschgaricum*)、琵琶柴、疏叶骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、花花柴(*Karelinia caspica*)、棘豆(*Oxytropis spp.*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等;向北延伸在近库木塔格沙漠区域常见植物分布种类依此为琵琶柴、白刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、梭梭柴等;至沙漠地区植被完全消失。

### 3.4 塔里木河流域野双峰驼分布区

该区域在植物地理区划中属塔里木河谷植被州,由于塔里木河的作用,区域内虽然气候十分干旱,但植被发育较繁盛。沿岸分布有郁闭度较高的胡杨林;河漫滩及河间低地主要是假苇拂子茅(*Calamagrostis pseudophragmites*)和芦苇构成的草甸,局部地表土壤盐渍化强烈的地带出现多汁木本盐柴类荒漠。距河岸愈远,环境条件愈干旱,植物分布的种类和数量逐渐减少,常见种为多枝怪柳、塔克拉玛干怪柳(*Tamarix taklamakanensis*)、芦苇、梭梭柴等,局部地区散生胡杨、骆驼刺、盐穗木等;老河床中生长沙生旋复花(*Inula amomophila*)、沙蓬(*Agriophyllum arenarium*)、散枝鸦葱(*Scorzonrea divaricata*)等。

## 4. 野生双峰驼分布与植被的关系

经野外实地考察67个植物样方及野双峰驼数量统计样线回归分析,野双峰驼的分布与数量同栖息地内植物种类和覆盖度无显著相关性,但同区域内人类的活动及对环境的影响程度密切相关。从实地考察结果来看,目前野双峰驼分布区内荒漠植被的种类和数量同我国西北地区荒漠区基本相同,其主要建群种和常见种如琵琶柴、霸王、裸果木、膜果麻黄、合头草及盐柴类等植被均为荒漠区广布种。现有的4个野双峰驼分布区内也没有明显差异;

但就野双峰驼的分布区来看,其均位于无人类活动的区域,除中蒙边境大部分位于过境军管隔离区以外,罗布泊北部、阿尔金山北部和塔里木河流域的野双峰驼均分布于基本无人类活动的极干旱生境中,而在加入了人类活动因素的原分布区内,野双峰驼均已消失。因此,人类活动是影响野双峰驼分布及数量的最重要因素。

## 深圳福田红树林鸟类自然保护区水禽生态环境的建设

王勇军 黄乔兰 陈桂珠\*

(深圳福田红树林鸟类自然保护区,深圳 518048)

### 1. 水鸟的种类数量

据近期调查,福田红树林保护区的水鸟有9目14科79种。被我国列为二类濒危保护鸟类5种,占总水鸟种数的6.3%。有43种冬候鸟、夏候鸟4种、迁徙路过鸟14种、留鸟18种。在当地繁殖水鸟9种。全国鹭科只有20种,福田保护区就占有15种。

数量统计表明:在凤塘河西岸至东公庙涨潮时海面离红树林带200m范围内是水鸭、鸥类和鸬鹚类游禽的密集点,冬天最多时1次观察达1.5万只。分布区如下:

1.1 海涂区:a.涨潮时在海涂区游浮觅食的水鸟为鸭类、鸥类和鸬鹚类。在海涂区有2个觅食的密集区:一个在深圳河口至沙咀海面,一个在凤塘河口至车公庙海面。b.退潮时在海涂区的水鸟以鸻形目各科和鹭科、鸥科等涉禽类为主。此时海涂区有3个觅食的密集区:即深圳河口、凤塘河口和车公庙排污沟口。

1.2 红树林带区:红树林带区是鹭科类栖息和繁殖区,也是某些秧鸡科水鸟的活动区。

1.3 基围鱼塘区:范围包括基围鱼塘、芦丛沟洼地、基围堤岸,是多种鸻鹬类和野鸭类及其它水鸟的栖息地,还有数量较多的红咀鸥、鹭类(包括黄咀白鹭二类保护鸟)、鸬鹚等在此觅食。

### 2. 水鸟的繁殖

在福田保护区繁殖的水鸟有9种。小鸬鹚、白胸苦恶鸟、小翠鸟、黄斑苇鸭的繁殖是分散的,繁殖亲代不多。鹭鸟却组成数量庞大的繁殖群体,建立巢区。据多年观察,每年有数千只鹭鸟混合群体在沙咀一带的红树林筑巢,虽然巢区位置每年有变化,但基本在这个范围。由于巢区鹭鸟密集度大,附近3000米范围内大面积的基围鱼塘是鹭鸟的育雏的食源区。

### 3. 水鸟的变化

福田保护区的水鸟数量近年有较大的变化。水鸟的优势种类鸭类、鸥类、鸻鹬类数量的变化见表1。



表 1 四类优势种水鸟数量变化情况

鸟 类	93 年 1 月 11 日	94 年 1 月 15 日	94 年 11 月 22 日	减少率	鸟 类	93 年 1 月 11 日	94 年 1 月 15 日	94 年 11 月 22 日	减少率
鸬鹚类 最高数量	1592 只	1417 只	830 只	30.12%	鸥类 最高数量	5445 只	4924 只	3397 只	18.81%
鹭类 最高数量	1336 只	869 只	535 只	29.98%	鸭类 最高数量	5631 只	4191 只	4626 只	8.92%

由于鹭类为本地鸟数量减少最厉害,所以影响繁殖的鹭类数量。92 年 5 月,在沙咀红树林巢区集群的鹭类鸟约 5000—6000 只,而 94 年 5 月在沙咀巢区鹭鸟繁殖群体只有 2000—3000 只,数量减少 50% 以上。

#### 4. 水鸟变化的原因

由于城市建设发展的需要,福田保护区及其周围的大片基围鱼塘地被占用。据统计,基围鱼塘洼地总面积共 2443.1 亩,近几年被占用计 1263 亩,面积减少 51.7%。红树林总面积 1667 亩,被占用毁林 542 亩,面积减少 32.5%。水鸟夜宿的环境受到破坏,大部分鸬鹚类、鸭类水鸟在福田红树林一带的全日行为,只得变成白天来福口一侧觅食,晚上到米埔一侧夜宿。这就是福田水鸟减少而香港米埔水鸟增多的原因。鹭类是本地鸟,除了退潮时在滩涂觅食外,基围鱼塘洼地也是鹭科涉禽觅食环境,因此,基围鱼塘洼地和红树林被占用和破坏,也是鹭鸟数量显著减少的原因。

#### 5. 水禽生态环境的建设和保护

福田保护区在全球鸟类生态系统中占有极其重要的地位,是东半球 100 多种候鸟南迁北徙的歇脚点和栖息地。据世界鸟类保护组织调查,每年经过或在深圳湾栖息的水鸟在 10 万只以上,最多时达 40 万只,福田一侧就有 4 万只,其中一类保护鸟类白鹳,全世界观察到的才 2000 只,全国才 400 只,在福田就观察到 200 只,占世界总数 10%,占全国的 50%。二类保护水鸟共 10 种,其中黑脸琵鹭就看到 84 只,占世界总数的 30%;黑咀鸥全球才 700 只,在车公庙 94 年 4 月 2 日看到 84 只,占全球总数的 12%;小青脚鹬占全球的 6%;卷羽鹈鹕在深圳河口多次见到,94 年 3 月 4 日见到 17 只;此外还有小天鹅、白琵鹭、鸕、黄咀鹭、白鹳等。因此建设和保护好水禽的生态环境,非常重要。建议停止侵占保护区的红树林、基围鱼塘及陆上林地,过去已占用的要补回,加强陆地绿化和海上造林以及日常管理。

# 高山红景天生殖生态学研究

唐 艳

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室, 哈尔滨 150040)

高山红景天 (*Rhodiola sachalinensis*) 为景天科 (*Crassulaceae*) 红景天属 (*Rhodiola*) 的多年生草本植物, 为著名中药, 可治疗多种疾病。在我国, 该植物仅分布于长白山和黑龙江省老秃顶子山和平顶山上, 其典型生境为岳桦林下苔藓覆盖的岩石表面。由于其本身生物学和生态学特性的影响, 其天然贮量很低, 加之近年来人为因素的干扰, 其种群数量呈日益下降趋势。目前, 对其研究仅限于形态特征描述和化学成分、药用价值分析, 对其生殖生态学的研究还未见报道。

本文以迁地保护繁殖基地高山红景天为对照, 对分布于黑龙江省老秃顶子山野生品种的物候期、结实率变化、种子千粒重、RA 值进行研究, 并讨论其内在机制及环境影响, 长期以来, 这方面的研究始终是空白。

野生品种和移栽品种由于海拔高度的不同其开花结果的物候期不同, 海拔 630m 处移栽高山红景天初花期比野生品种提前 14—16 天, 盛花期提前 20—22 天, 果实成熟期提前一个月, 但在 7 月末, 光、温、水都适宜条件下, 移栽高山红景天已停止生长, 其生长期 85—90 天, 比海拔 1500m 处野生品种要短 15—20 天。

光是影响高山红景天结实率的重要限制因子。在光照不足的枫桦林和岳桦林下结实率低, 而在有上层乔木遮蔽的苔藓覆盖的岩石表面、林下过渡带和林内空地上, 其结实率相对较高。

生境对高山红景天种子千粒重影响很大, 干旱生境对种子大小的影响比遮阴反应更加强烈, 生境越干燥种子越小。在老秃顶子山上气候恶劣, 冬冷夏凉, 无霜期很短, 生长期也很短, 土壤比较瘠薄, 含水率低, 植物生长受抑制, 结出的种子较轻, 种子千粒重 0.1063g, 在迁地保护繁殖基地由于水分适中, 环境条件适宜, 植株生长良好, 结出的种子饱满, 千粒重为 0.1307g。

野生状态下高山红景天主要以有性生殖来繁衍后代, 产生遗传多样性来适应环境变化, 其营养生长积累的养分比移栽高山红景天更多地用于有性生殖器官和繁殖体的形成中, 有性生殖配置比例较大, RA 值为 1.17%, 迁地保护繁殖基地高山红景天 RA 值为 0.66%。

由于环境条件纷乱瞬变, 野生高山红景天无性生殖缓慢甚至停止。植株生长矮小, 无性系 0—1 个, 一般情况下分枝 1—3, 春季平均形成无性芽 7.5 个, 萌发率 45.3%。而以无性生殖为主的移栽高山红景天平均每株可形成 6.75 个无性系分株, 各分株中分枝普遍也较多, 平均 4.46 枝, 春季平均形成 51 个无性芽, 萌发率在 67.3%, 无性生殖主要以根茎中产生无性芽的形式来完成的。



# 花尾榛鸡生殖扩散研究<sup>①</sup>

孙悦华 方 昀

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

花尾榛鸡 (*Bonasa bonasia*) 是国家二级保护动物, 它分布于欧亚大陆北方的大部分地区, 是一种典型的森林鸟类。在 1993 年和 1994 年的繁殖期, 我们在吉林省长白山自然保护区对花尾榛鸡生殖扩散进行了研究。

物种的生殖扩散是指物种个体出生后自出生地到建立自己活动区之间的距离 (Greenwood and Harroly 1983)。扩散距离体现了一个物种扩散其分布范围的能力。它是当今国际上动物生态学研究的一个势点, 受到普遍的重视。

关于花尾榛鸡的扩散研究, 国内尚无记载, 国外的研究仅见于俄国 Gaidar (1973, 1974) 利用环志的研究, 以及 Swenson (1991) 在瑞典人工林对 2 只幼鸟的无线电遥测研究。我们利用无线电遥测技术对花尾榛鸡的母鸟及幼鸟的扩散进行了较为深入的研究, 这方面的工作在国内属首次。

1993 年和 1994 年, 在花尾榛鸡繁殖前期, 利用捕笼法捕捉榛鸡, 采用背袋法或颈圈法安装无线电发射器, 发射器重量为榛鸡体重的 3%。研究雌鸟带幼鸟的活动, 在花尾榛鸡幼成体没有分散前, 利用无线电跟踪定位, 并用捕网捕获幼鸟, 给幼鸟安装无线电发射器, 此时幼鸟的体重约为 310 克。每天定位一至三次, 得到幼鸟的扩散距离。

本研究对 3 个花尾榛鸡家族群的扩散进行了研究, 其中 2 只母鸟带幼鸟分散成功。结果表明: 花尾榛鸡母鸟带幼鸟离巢后, 即离开其春季的活动区, 开始游荡生活, 其中 No. 1 游荡 35 天, 然后稳定在距巢 1.7Km 的次生林; No. 2 游荡生活 49 天后, 稳定活动在离巢 1.6Km 的次生林中。在幼鸟约 80—90 天龄时, 家族群分散, 母鸟又回到巢附近其春季的活动区。

本研究对 3 只幼鸟进行了无线电遥测, 其中 2 只为 No. 2 的 5 只幼鸟中的 2 只, 结果它们同时离开母鸟, 并同其它 3 只幼鸟分离, 向原始针阔混交林中扩散, 然后稳定生活, 直至第二年春季繁殖期开始, 扩散距离为 4.8Km; 另一只幼鸟的扩散距离为 5.7Km。研究表明, 花尾榛鸡是一种扩散能力较强的鸟类。

花尾榛鸡在欧亚大陆上分布相当广泛 (Johnsgard 1986), 其扩散能力应是较强的, 这与我们的结果一致。而 Gaidar (1973) 利用环志的研究认为花尾榛鸡扩散能力差; Swenson (1991) 对 2 只幼鸟无线电遥测的结果 (幼鸟扩散最大距离仅 1.7Km), 也得到同样结论。我们认为, 由于 Gaidar 的研究中, 其重捕仅在其研究区域内, 因而势必存在偏差, 因为长距离的运动无法得到; 而 Swenson 在瑞典的研究限于当地森林受到严重的干扰 (为典型的人工林), 其结论也是相当局限的。

① 国家自然科学基金资助项目, 项目编号: 39170121。

# 庞泉沟自然保护区不同林型中 繁殖鸟类群落结构的研究

任建强 李世广 郝学平 史世奎

(山西庞泉沟国家级自然保护区, 太原 030510)

本工作于 1993 年 5—7 月, 在山西庞泉沟国家级自然保护区(东经  $111^{\circ}22'$ — $111^{\circ}33'$ , 北纬  $37^{\circ}45'$ — $37^{\circ}55'$ )的天然次森林中进行的, 并于 1994 年 5—6 月作了补充调查工作。选择工作样地 5 块, 即 I. 皆伐迹地, II. 幼林, III. 针阔混交林, IV. 针叶林, V. 灌木林。本工作主要研究随环境变化, 即由森林采伐地直至灌木林的演替, 森林鸟类的组成数量、密度、相似性(相异性)和多样性的变化及演替的概况。

样地 I 为 4 年森林皆伐迹地, 植被以草本为主, 面积 6.5 公顷。样地 II 为 13 年生长起来的针叶幼林, 树高 7—9 米, 面积 5 公顷。样地 III 为天然针阔混交林, 平均高 19 米, 面积 10 公顷。样地 IV 针叶落叶松纯林, 平均高 25 米, 面积 8.5 公顷。样地 V 为灌木林, 植被灌木为主, 高度 1—3 米, 面积 7 公顷。鸟口统计方法主要采用了 Kendeigh(1944)的地段做图法, 并且参考了 Holmes 和 Sturges(1975)的方法。

关于庞泉沟繁殖鸟的调查研究, 刘焕金(1991)、任建强(1991、1993)曾作过报道, 计 104 种, 本工作选择的 5 块样地共录得繁殖鸟 58 种。从不同样地中出现的鸟类代表种来看, 说明森林植被由低向高至顶极群落的演替过程中鸟类依附于环境的趋同性。样地 I 至 V, 鸟的种数分别为 11 种、24 种、46 种、31 种和 17 种。密度分别为 21 对/10 公顷、37 对/10 公顷、103 对/10 公顷、87 对/10 公顷和 38 对/10 公顷。由此可知, 随着植被改变, 鸟类群落也在改变。

现以公式  $S = \frac{2C}{a+b}$  计算不同林型繁殖鸟群落相似性(或相异性), 5 块样地鸟类群落相似性指数较低约 9—17%, 即相异性为 83—91%。

以 Shannon—Wiener 多样性指数  $D = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$  测定 5 块样地鸟类群落组成的多样性指数由样地 I 至 V, 分别为 4.98、5.71、7.30、5.97 和 5.23。鸟类群落多样性依植被的演替而变化。种的多样性与种间个体分布的均匀度有关, 以  $J = D/D_{\max}$  计算了 5 块不同林型样地的均匀度指数, 由样地 I 至样地 V 分别为 0.98、0.86、0.93、0.97、0.90。

结果表明, 鸟类的生命活动与其所赖以觅食和繁殖的生存环境紧密相关。当林型发生重大变化时, 处于不同生态位的森林鸟其组成也随之演替。原来的栖居种由于栖居条件的改变已不适于它们的生存, 它们将依其生物学习性另择新的环境。有些适合于这样的变化了的新环境的种类可能便逐渐迁入这里。



# 台湾植被的分类及分区方案

徐国士 宋永昌\*

(东华大学自然资源管理研究所, 974 台湾花莲)

台湾位踞亚热带,地近热带边缘,受海洋之调和,气候温暖潮湿。地质年代鲜受冰河直接侵袭,剧烈之地壳运动和多次的海侵海退与大陆或连或分。冰期时台湾温暖潮湿之气候恰成动植物之避难所,间冰期气候转暖时,物种则可在原地向高海拔山地移动,经过往复迁移选择,促使台湾动植物种类兼有与大陆之密切关系并具地域之特殊性。又因地形变化形成不同气候带,故台湾虽小,植被之组成极为复杂。由于受近代气候变迁之影响,植被仍呈现不安定之状态,由谷地残留及低山区域植被之挤压状态,皆可观察出此种陆续移动之现象与结果。

台湾近代植物学研究始于十九世纪中叶,多为英人乘船泊于北部基隆、淡水以及南部高雄、恒春等地采集标本。自 1895 年日人占台后,植物调查遍至本岛各处,然多偏重地区植物之采集以及植物群落之一般描述。而真正从事植物群落调查者当推铃木时夫,他曾将台湾东北部及西南部森林划分出若干群丛(Association)。自 1945 年台湾光复后,前期植被调查多以林型分析为主,以优势种为命名依据。《台湾植物志》(第一版)完成后,各大学有关植物调查工作始逐渐趋向植物群落之研究。在森林学系方面仍多偏向于小样区林木层的调查,植物学系方面则多偏向于大型永久样区之设置,以期进行长期观察与分析。对于植被类型划分在高山针叶林方面因组成单纯,看法基本一致,但在阔叶树林方面,由于取样和分析方法不同,命名原则之差异,统合仍存在困难,本文拟就此问题提出一些初步意见。

## 1. 台湾植被分类的基本构想

植被作为一种生命系统,它并不能像生物分类学上的“种”一样易于彼此明显区别,它作为一种地理现象又不能像其它地理因素一样具有普遍性和同一性,加之研究者背景及认知之不同,采取不同分类途径是很自然的。但是分类学乃一知识之总结,为了将来的发展及更深入研究以及相互比较交流,统一的分类系统仍应是共同追求之目标。

在众多的植被分类方案中影响较大、应用较广的是外貌—生态分类、特征种分类以及优势度类型分类,它们各有所长,亦皆具局限性。Beard 曾写道:“植物区系途径肯定更适用于局部地区的详细研究,而外貌途径则适用于国际范围内的地域宽广的研究,看来今后合乎理想的目标应该是使两种途径结合成为一个分类系统,在这个系统中可通过它们的结构和外貌单位将植物种类组成加以归并”(1978)。《中国植被》(1980)一书中也曾申明:植被分类是以植物群落本身特征作为分类依据,但又十分注意群落的生态关系,力求利用所有能够利用的全部特征,……高级分类单位偏重于生态外貌,而中级单位则着重种类组成和群落结构”。根据这一思想,台湾植被高级分类单位采用生态—外貌原则,中、低级采用区系原则,

\* 华东师范大学环境科学研究所,上海 200062

中级是优势度类型,低级是特征种或标志种的分类。高级单位为植被型(Vegetation type),相当于 Ellenberg 和 Mueller — Dombois (1967) 方案中的群系(Formation);中级单位为群系(Formation),相当于英美学派的优势度类型(Dominance type)(Whittaker 1978);低级单位为群丛(Association),约和法瑞学派的群丛(Association)相近似。每一级再根据需要向上向下设若干辅助等级,构成分类系统:植被型纲(Class of Vegetation type)→植被型亚纲(Subclass of Vegetation type)→植被型(Vegetation type)→植被亚型(Vegetation subtype)→群系(Formation)→亚群系(Subformation)→群丛(Association)→亚群丛(Subassociation)等。台湾植被高级分类单位列表如下:

### 1.1 森林(植被型纲):

#### (1) 阔叶林 (植被型亚纲):

①热带季风雨林(植被型);②热带半常绿季雨林;③热带海岸林;④红树林;⑤亚热带(南部)常绿阔叶林;⑥亚热带山地常绿阔叶林;⑦亚热带山地落叶阔叶林;⑧亚热带次生落叶阔叶林。

#### (2) 针阔叶混交林:

⑨暖温性山地针阔叶混交林。

#### (3) 针叶林:

⑩暖温性山地针叶林;⑪凉温性山地针叶林;⑫寒温性(亚高山)针叶林。

#### (4) 竹林:

⑬亚热带竹林。

### 1.2 灌丛

#### (1) 阔叶灌丛:

⑭海岸珊瑚礁灌丛;⑮海滩沙生灌丛;⑯海滨有刺灌丛;⑰河滩灌丛;⑱亚高山灌丛;⑲高山灌丛;⑳山地次生灌丛。

#### (2) 针阔叶灌丛:

㉑亚高山针阔叶灌丛;㉒山地针阔叶灌丛。

#### (3) 针叶灌丛:

㉓亚高山针叶灌丛。

#### (4) 竹灌丛:

㉔山地竹灌丛(台湾矢竹);㉕高山竹灌丛(玉山箭竹)。

### 1.3 草本植被

#### (1) 热带草原:

㉖热带稀树草原。

#### (2) 亚热带草坡:

㉗亚热带次生草坡。

#### (3) 草地:

㉘山地草地;㉙河滩草地;㉚海滩草地。

### 1.4 湿地及水生植被

#### (1) 沼泽:

㉛海滨盐生草本沼泽;㉜河岸草本沼泽;㉝高山湖泊沼泽。



## (2) 水生植被

③①淡水水生植被；③⑤盐水水生植被。

### 1.5 岩壁植被

③⑥高山岩壁植被；③⑦山地岩壁植被；③⑧海滨岩壁植被。

## 2. 台湾植被分区构想

台湾面积虽小，由于地质、地形、气候复杂，各地植被仍有差异。过去以地理位置将台湾分为北部、南部、东部和西部四个植被区域。耿煌（1956）曾指出枫港以南恒春半岛、绿岛及兰一屿植物区系与菲律宾区系间有深切关系。《中国植被》（1980）作者及黄威廉（1993）则以北回归线作为热带与亚热带植被之区隔。作者根据实际考察及有关文献考证，将台湾植被区域划分为两个植被区和9个小区：1. 台湾南部热带植被区：位于港口溪以南，目前只划出一个小区；1. 台湾亚热带南部植被区：其下再分为北部、西北部、西南部、南部、中部、东部以及中央山脉和海岸山脉8个小区。

## 3. 结 语

在地史背景和自然条件影响下台湾植被组成极为复杂。以往研究多偏重于森林调查，近年来各学术单位及大专院校对植被研究逐渐重视。然有关理论方法及植被单位架构仍有待整合统一。有鉴于近年来台湾对自然保育工作之重视，而完整的植被资料乃资源规划与管理之基础，亦为自然保护系统及生物多样性保护之基石。故作者不揣冒昧现将初步意见报告如上。尚乞同行不吝指正。

# 中国红树林环境生态及经济利用

林 鹏

（厦门大学生物系，厦门 361005）

红树林是分布于热带、亚热带海岸潮间带的木本群落，是海洋湿地的重要组成部分。红树林生态系统处于海陆的交界面，其结构功能上既不同于陆生生态系统，也不同于海洋生态系统。作为独特的海陆边缘生态系统在自然生态平衡中起着特殊的作用。

红树林是由多科属红树植物构成，它不可能从海洋低等植物直接产生。因此，一般认为它是陆生被子植物原始类型向海洋扩展而形成的。中国红树林的历史地理分布上，240万年前华南已有分布，雷州半岛沿海也十分茂盛。而向北曾达江苏南部（33°N）和长江三角洲。由于地史变迁，而不复存在。中国现有自然分布达福建福鼎（27°20'N）。浙江引种成功1种秋茄，目前存活最北为浙江乐清湾沙门岛南岙村（28°25'）。现状分布中计有12种15属26种真红树，另有9科10属11种半红树。全国估计现存面积1.4万ha。

红树植物因抗寒性不同而可分为不同的耐寒性等级系列和因对潮间带潮汐浸渍时间不同而呈向海性等级系列。这些特点的研究对引种扩种和驯化工作有指导意义。

红树植物有不少经济利用价值。例如，木材可作建筑材料，造船和家具。药物利用也

多,目前比较重视的有海莲树皮提取的木榄碱,可防治肉瘤 180 和刘易斯肺癌,老鼠勒根提取的老鼠勒碱可防治白血病,海芒果果实提取的强心甙,具有药物开发价值。近年来,红树林海岸在国内外已被开发为良好的旅游胜地。由于红树林具有独特的景观,其多态的根系、悬挂的胎生胚轴,激发人们观赏情趣,是自然景观和人文景观的复合体,还可作为教学和科研以及学生实习的基地。在我国海南东寨港和深圳福田等地已被陆续开发为一种新的旅游资源。

本文对红树林海岸居民的社会经济文化的历史和现状作了一些探讨研究。因为它是革命战争年代的海滨“青纱帐”,有不少历史纪念意义的遗迹。以红树林的林产品为生的沿岸居民,对其集市贸易、宗教信仰和民俗、住宅形式、地方病都有其特殊的研究价值。

中国红树林的保护和管理,海南琼山三江镇早在 1845 年就有了保护碑文,近年来也有一些地方政府和村民制定当地管理条例和村规民约。但是,由于经济快速发展,海岸和滩涂开发加大,红树林受到严重破坏,因此,有必要加强对其维护环境生态平衡、持续利用经营管理的研究。

## 中国种子植物特有属的多样性<sup>①</sup>

王荷生

(中国科学院地理研究所,北京 100101)

特有及稀有濒危植物在生物多样性研究及资源保护中具有重要意义。中国是世界植物区系最丰富国家之一,现知全国计有种子植物 337 科 3198 属,约 27000 种,其中裸子植物有 10 科 36 属约 195 种。且有较高的特有性,特有 268 属(包括 28 个半特有属),含 552 种 63 变种,占全国总属数 8.7%(不包括世界分布属)。归 78 科,其中含 10 个特有属以上的为苦苣苔科、菊科、禾本科等 7 科,有 42 科只含 1 属或 1 种,其它各科含 2—7 属,它们在系统发生上包括原始、古老、中间及进步的不同进化水平。以泛热带和世界分布科占优势,分别有 23 和 20 科,其次为东亚—北美间断和北温带分布科等,中国特有 6 个单种科,即银杏、伯乐树、珙桐、杜仲、独叶草和大血藤诸科。

特有属的地理成分很多样,根据它们的地理分布及与环境的关系可分为 9 个分布型和 23 个亚型(包括本亚型),即(1)华南—滇南(76 属含 154 种,占属数 28.4%)、(2)云南高原—滇南(19 : 22.7.1%)、(3)横断山—藏南(41 : 102.15.3%)、(4)西南—华中—华东(44 : 165.16.4%)、(5)西南—华北(8 : 10.3.0%)、(6)华中—华东(50 : 62.18.7%)、(7)华北(13 : 15.4.9%)、(8)西北干旱地区(5 : 7.1.9%)和(9)青藏高原(12 : 15.4.5%)。由此可以看出特有属分布的不平衡性及其分布规律,主要在自藏南大约 31°N 至华北南部 35°N 以南的亚热带—热带地区,海拔 200—3000 米间的山地丘陵,在青藏高原达 4000—5000 米以上。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目 9390010



在各地还有相对集中分布的区域,形成了8个多度或分布中心,据含特有属种数多少依次是三峡中心、滇黔桂中心、横断山南段中心、横断山中段中心、秦岭中心、黄山一天目山中心、中条—南太行山中心和南蒙古中心。在各省区的分布以西南3省云南(约130属)、四川(123)和贵州(93)最多,向各方向显著减少,北方各省区只有个别或10几属种。各省区间的关系差异很大,其相似性系数变化在0和87%之间,南方各省间较高,都在30%以上。

特有属的生物、生态学特性也很多样,以多年生草本占多数,有150属,为特有属数58%,其余依次是常绿乔木(28)、落叶灌木(23)、常绿灌木(20)、落叶乔木(19)、一年生草本(14)和藤本(14)。绝大多数是中生类型,也有旱生、水生和适寒的种类。

这些特有属中有过半数为珍稀濒危植物,据第一、二批中国稀有濒危植物名录统计,其中归特有属的有142属含163种(含变种),隶56科,其中裸子植物5科、10属14种,中国特有科全有。这142属分布在上述所有分布型和亚型,其中1型52属,2型9,3型18,4型20,5型3,6型20,7型8,8型4和9型8属,草本72属,灌木25,常绿乔木22,落叶乔木14和藤本9属。这些植物都具有重要的科学或经济价值,列为国家重点保护植物。笔者认为在我国特有属中还有一些值得列为稀有濒危和保护的种类,这将是下一步的任务。

## 中国湿地植物区系研究

赵魁义

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

植物区系(flora)是某一地区或某类植被所有植物种类的总称。湿地植物区系是指生长在特定的湿环境里的植物总体,实际从太古植物代(藻类)开始,植物种类发生、发展的一幕历史长剧中的片断,亦是植物与环境之间相互制约,相互依存的产物,植物种生存竞争与自然选择的结果。

本文论述了湿地植物在植物演化史中的地位与作用。在介绍了植物区系分区原则和系统之后,重点阐述了湿地植物区系特征。

1. 湿地植物种类丰富 现知我国湿地高等植物约有156科437属1388种(及变种、变型),分别占全国科、属、种数的44.2%、13.6%和5.1%。其中蕨类、裸子植物和被子植物分别占全国该类科数皆为30%左右。苔藓植物有32科15属143种,其中以泥炭藓科最多。蕨类植物有18科19属34种。裸子植物有3科5属7种。被子植物有103科362属1204种,以莎草科种数最多。

2. 地理成分复杂 湿地植物区系的地理成分是根据植物种属的现代地理分布而确定的。由于湿地植被分布广泛,见于各植被带,并受自然地带的影响,湿地植物区系比较复杂,联系广泛。1388种湿地植物分别归于泛热带分布、北温带分布、世界分布、中国特有、北极高山分布等,以北温带成分为主。

3. 广布植物繁多 世界种即普遍分布于世界各地它们适宜的生境,多属于淡水水生

植物、盐生植物的和伴人植物三类,前两类都属于湿生植物。

## 深圳福田红树林对重金属的吸收和累积

郑文教 林 鹏

(厦门大学环境科学研究中心, 厦门 361005)

红树林是热带亚热带海岸潮间带的木本植物群落,在河口生态系统中占有重要的地位,其初级生产维持着大量的消费者。深圳河口—深圳湾的湿地生态系统是华南地区具有国际意义的重要湿地生态系统之一,其核心部分是香港一侧的米埔红树林保护区和深圳一侧的内伶仃福田国家级红树林和鸟类自然保护区。该区域为许多珍稀和濒危生物种提供栖息、繁衍和觅食场所,尤其是众多的水鸟和候鸟。随着深、港两岸的发展,大量的泥沙及未经处理的废水排入深圳湾,造成生态环境的污染。

福田保护区红树林位于深圳内湾深圳一侧沿海岸呈带状分布,全长十余公里,林带宽几十至200余米不等。主要种类以白骨壤(*Avicennia marina*)、秋茄(*Kandelia candel*)和桐花树(*Aegiceras corniculatum*)为主,并构成相应的群落类型。本工作选择该保护区代表性林段典型红树群落,研究红树林对重金属元素元素的吸收、累积与分布。试验样地位于该保护区管理处所在地车公庙海滩林区中滩的白骨壤林。主要试验结果如下:

1. 该林地土壤Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Ni、Mn元素含量从底层至表层逐步提高;表层(0—30cm深)上述元素含量分别38.3、28.7、114、0.136、7.97、25.0和537mg/kg 储量分别为5285.4、3960.6、15732.0、18.8、1099.9、3450.0和74106.0mg/m<sup>2</sup>。

2. 白骨壤植物体不同部位重金属含量有显著的差异,含量范围Cu1.8—13.8、Pb0.40—3.51、Zn3.4—69.5、Cd0.013—0.295、Cr0.28—0.73、Ni0.43—7.65和Mn25—1552μg/g,其中细根的含量居最高(Mn为呼吸根最高,细根次之),树干材最低。植物体对表土的加权平均富集系数依次为Cd>Mn>Zn>Cu>Ni>Cr>Pb。

3. 该群落现存生物量中,Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Ni、Mn累积量分别为53.70、19.27、187.89、0.72、6.06、20.76和1631.17mg/m<sup>2</sup>,其中地上部分分别占66.8%、60.5%、45.8%、50.5%、51.3%、60.2%、44.5%和66.2%,地下部分分别占33.2%、54.2%、49.5%、48.7%、39.8%、55.4%和33.8%。

4. 该群落植物体年(1993)净累积Cu、Pb、Zn、Ni和Mn分别为4.06、1.32、16.36、1.43和107.98mg/m<sup>2</sup>,Cd和Cr分别为60.21和431.80μg/m<sup>2</sup>。

5. 红树林生境受潮汐作用,大量的枯枝落叶被漂移外海,因而林地残留物较少。但由于残留物的吸附作用而含较高的重金属浓度,这对以此为食的生物较为不利,其中Cu、Pb、Zn、Cd、Mn为残留叶浓度显著高于残留枝,而Cr、Ni则为残留枝与残留叶相近或略高。该林地残留物这一环节,7种重金属的潜在储量:Cu、Pb、Zn、Ni和Mn分别为2.09、1.96、5.05、1.54和405.54mg/m<sup>2</sup>,Cd和Cr分别为19.30和78.00μg/m<sup>2</sup>。



6. 红树林叶层既是鸟、虫、蟹等动物的主要啃食器官,同时叶片年年更新,是系统物质循环最活跃的动态层。该林区不同红树种叶片重金属浓度不同,其中Cu、Pb、Zn、Cr和Ni为白骨壤>秋茄>桐花树,Cd为白骨壤>桐花树>秋茄,而Mn则秋茄林>白骨壤林>桐花树林。

红树林生长于陆海交汇的海岸河口区,生境面临着江河流域和海岸城市发展所带来污染物的冲击,研究污染物对红树林生态系统的影响和红树林对污染物的吸收、累积、抗性 & 净化等,对红树林生态系统的保护和管理具有重要意义。

## 荒漠地区绿洲边缘生态过渡带研究

吴热风 陈昌笃

(北京大学环境科学中心,北京 100871)

绿洲边缘向荒漠的生态过渡带,是绿洲和荒漠之间剧烈作用的区域,是保护绿洲的关键所在。本文研究河西走廊高台绿洲与荒漠间生态过渡带的结构、功能和动态变化。

据地面组成物质,本区过渡带可分为与沙漠过渡、与土漠过渡和与砾漠过渡三种类型。在航片上穿过绿洲及其两侧边缘带布设样线,将样线等分成64条线段,观察各景观要素在各线段上的存在情况,并依次加倍增大研究尺度计算各要素的景观异质信息〔相邻线段间元素异质的总数目/(样线线段数-1),单位为比农或比特〕。研究发现沙漠、土漠和砾漠明显集中于样线一端,且景观异质信息随尺度增大而增大,是典型的大异质性分布元素。道路、渠道、林带、居民地等人为景观要素在绿洲内部均匀分布,在1:10万尺度以下,尺度增大异质信息减少,呈小异质性特征;当尺度大于1:10万时,尺度增大异质信息也增大,则中尺度以上这些要素也呈大异质性分布。所以,绿洲与荒漠之间截然过渡。

荒漠与绿洲间的过渡带是典型的生态脆弱带。生态脆弱性不是原始函数,而是导出函数,必须通过其他函数关系进行表述,本文试用于干扰后过渡带的敏感反应和恢复力的关系定量测定脆弱性等级: $V = \alpha S(t) / R(t)$ 。步骤如下:①辨析各种干扰;②用灰色局势评判法,评价过渡带不同区段对各干扰的敏感度反应(用初级生产量的变化来衡量),得评判矩阵M。右乘干扰的权系数向量得敏感性向量S;③用不同过渡带类型的相对恢复力向量R修正S,得脆弱度向量V;④划分脆弱等级,得本区过渡带大部分为高等级生态脆弱带。

目视解译1957、1968、1978年航片和1994年航片,在变化剧烈的骆驼城垦区用样线法统计各景观要素的出现频率(F),计算不同年份的景观多样性指数(D): $D = - \sum P_i \log_2 P_i$  (P为景观元素出现的相对频率,i表示景观要素)和各要素的景观异质性指数(H): $H = \log_2 G^F$  (S为样线的等分线段数目)。研究表明,在土地利用上土漠大面积转化为农田。在空间格局上,具有自然边界的土漠变成了规则边界的农田,垦区平行地向绿洲边缘推进。景观多样性方面,78年因开垦后景观要素增加,景观格局复杂化,D值迅速上升;而68和94年则因盐碱地、弃耕地和林地转化为农田,D值都较前一时段下降,农业用地趋向单一化。

景观异质性方面,道路、弃耕地、盐碱地等小斑块的异质性指数(H)随出现频率(F)增加而增加;农田从大斑块变成基质时,F与H由正相关变为负相关,土漠由基质变成残遗斑块时,F与H由负相关变为正相关、农田与土漠发生了斑块与基质间的转变。

由上发现景观异质性指数的变化曲线 $H(F)$ 为对称的单峰曲线,作者试提出景观异质性变异点和主导斑块的概念。当主导斑块的F与H的变化关系由正相关变为负相关时,主导斑块上升为基质,该点即景观异质性变异点。研究该点可以定量地描叙景观要素的相对面积、连接度和动态变化,为区分基质和斑块提供一种定量化的方法,在生产上可指导人们在景观变化时适时地调整经营策略。景观异质性变异现象在一定的时段和区域上都能出现,是生态过渡带的特有现象。景观异质性变异发生的具体时间和空间,与研究生态过渡带的时间和空间尺度有关。

## 天童国家森林公园常绿阔叶林的研究

吴开亚 宋永昌\*

(合肥工业大学资源与环境科学系,合肥 230000)

天童国家森林公园位于浙江省鄞县东南部,地处北纬 $29^{\circ}48'$ 东经 $121^{\circ}47'$ ,面积349公顷,主峰太白山海拔653.3米。属温暖湿润的亚热带季风气候,全年温和多雨,四季分明,光照、水热条件较为优越。森林植被发育良好,是浙江东部丘陵地区地带性植被类型中保存较好的代表性地段之一。

常绿阔叶林是天童国家森林公园的主要植被类型,共有维管束植物262种,隶属于78科,162属。含种数较多的是壳斗科、樟科、山茶科等,在群落中占优势地位。植物区系地理成分较为复杂,热带分布的科最多,其次是温带分布的科,世界分布的科也有较高比例。属的分布区类型也是热带分布最高,东亚、东亚—北美分布、温带分布的次之,世界分布和我国特有分布的属较少。在种的地理分布中,以中国亚热带特有分布的种类最多,其次是中国—日本—中南半岛分布以及中国—日本分布,中国—日本—朝鲜分布也有一定的比例,其它类型分布的较少。生活型谱组成中,高位芽植物比例最大,地面芽植物次之,地下芽和一年生植物较少。群落外貌由革质,单叶,非全缘的小型、中型叶的常绿高位芽植物所决定。这些都表明天童常绿阔叶林与热带区系有密切联系,与热带东南亚植物区系存在着悠久的历史,具有由热带向温带过渡的性质和东亚的区域特征。

天童常绿阔叶林类型的划分,采用了将种的优势度、存在度和群落的动态综合考虑的方法,克服了单纯以优势度或存在度进行植被分类的一些不足。主要思想是在群落划分时,首先考虑生态外貌和动态原则,把群落分为若干大类(群丛);在每个群丛中,根据存在度和动态原则,再划分为若干个亚群丛,在这个意义上,一般一个亚群丛就是演替系列的一

\* 华东师范大学环境科学与技术系,上海 200062



个阶段。最后在每亚群丛中，再根据实际情况，按存在度分为几个变群丛。这样天童常绿阔叶林可分为两个群丛、四个亚群丛：即木荷群丛（含木荷—马尾松亚群丛，木荷—丝栗栲—米槠亚群丛，其中后者包括典型变群丛、含有石栎的变群丛、含有杨梅叶蚊母树的变群丛）；云山稠群丛（含云山稠亚群丛，云山稠—大穗鹅耳枥亚群丛）。分类结果较好地反映了群落分类单位的特征与生境条件以及群落在空间分布上的连续性变异，并与 DCA 样方排序结果基本吻合。说明了这种分类方法在亚热带常绿阔叶林分类中的可行性。

研究中采用物种多样性指数 (D)、生态优势度 (C) 和群落均匀度 (J) 分析了天童常绿阔叶林组成结构的数量特征。结果表明：群落有较高的多样性指数和群落均匀度，而生态优势度较低，反映了群落由多物种组成和群落优势种并不突出或多优种群落的组成结构水平。处于相对稳定状态的群落，分布于高海拔的云山稠群落的 D、J 值小于低海拔的木荷—丝栗栲—米槠群落，而 C 值则相反。同一亚群丛中，生境条件优越的群落，D 值较大。山体中部和沟谷地带的群落类型的 D 值较大。常绿阔叶层片的多样性指数、群落均匀度高于非常绿阔叶层片，而生态优势度则低，反映了该地区常绿阔叶成分多，常绿阔叶树种占优势。在稳定的群落中，乔木第一亚层的多样性指数 ( $T_1D < \text{乔木第二亚层} (T_2D) < \text{灌木层} (SD)$ )；而处于发展阶段的群落则表现为 ( $T_1D > T_2D$ )  $< SD$ 。物种多样性高的群落也不一定稳定，测定各层次的物种多样性指数可以反映出群落的稳定程度；一般处于相对稳定状态的群落，各层次的物种多样性指数表现出  $T_1D < T_2D < SD$ ；处于发展中的群落，则表现为 ( $T_1D > T_2D$ )  $< SD$ 。

## 枯枝落叶的再分布对不同纬度之河岸植物多样性的影响

熊韶峻 克里斯特·尼尔森

(瑞典于默奥大学植物生态系)

河岸带植物枯枝落叶的生产、转运、沉积、积累和分解对于维持河流生态系统和临近的陆地生态系统的重要性已被人们逐渐认知。除了作为碎屑食物网的重要能源外，枯枝落叶在其被河水转运过程中所裹挟搬运的植物繁殖体及动物个体，在其沉积和积累过程中所产生的物理作用以及在其分解过程中所释放的营养物和植物毒素都会深刻地影响到河岸植被及其临近生态系统的结构与功能。

大气中  $CO_2$  浓度的增高有可能最终影响到降雨格局和洪水频率等方面的变化。这种变化的结果之一将会直接导致河岸枯枝落叶之转运和再分布过程，进而河流与陆地之间有机沉积物分布比例的改变。那么，一旦这种可能性发生，河岸带以及临近的水生及陆生的生物群落将如何反应？他们会在多大程度上发生变化？

本研究旨在探讨和评价被河水转运并再分布的枯枝落叶对于河岸植物之分布、丰富度和生物量的作用，并试图回答如下问题：(1) 河岸枯枝落叶之再分布的重要性与生长季的长短有关吗？(2) 河岸地带植物种之丰富度是怎样随枯枝落叶的数量而变化的？(3) 不同

生活型及生长型的植物是如何适应河岸枯枝落叶数量变化的?

实验于 93—94 年在沿欧洲的六条河流的十二片河岸草地上同时进行: Vindel 河(瑞典, 64°N)、Helge 河(瑞典, 56°N)、Trent 河(英国, 52°N)、Adige 河(意大利, 46°N)、Danube 河(罗马尼亚, 45°N)和 Garonne 河(法国, 44°N)。每一实验地包含有 6—10 组不同的实验处理, 各构成一个枯枝落叶的数量梯度。小区面积  $1 \times 1.5\text{m}$ , 相互间隔 3m。每组处理重复四次, 随机布设。植被分析在  $1\text{m}^2$  的范围内进行; 生物量则在其余的  $0.5\text{m}^2$  内于生长高峰期采样, 采样面积  $20 \times 20\text{cm}$ 。

结果表明, 在研究范围内, 生长期长度及其相关因子并没有显著影响到枯枝落叶对植被的作用; 不论从瑞典北部到法国南部, 少于  $1600\text{g}/\text{m}^2$  的枯枝落叶对植被无显著影响, 但大于  $1600\text{g}/\text{m}^2$  的枯枝落叶层显著地降低了植物种的丰富度和生物量。在所比较的若干维管植物生活型和生长型中, 不论禾草与非禾草、有茎与无茎、具根状茎与无根状茎、有匍匐茎与无匍匐茎, 也不论怎样交叉组合, 大多行为相似: 基本上都表现为种丰富度和生物量随枯枝落叶数量的增加而下降; 苔藓植物与此相反, 呈现了对枯枝落叶层相当大的抗性。进一步的分析还表明, 在二年的实验期内, 枯枝落叶对植被的物理作用是主要的; 而化学的和生物的作用可能需要更长的时间才能被明显看出来。

$1600\text{g}/\text{m}^2$  的数值远超出了在正常年份沉积于所研究的河岸带之枯枝落叶的年积累量, 这意味着从短期来看, 在洪水是可预见性的情况下, 气候变化的结果一般不会导致河岸带积累的枯枝落叶对河岸植被造成可观的影响。但本研究不能排除植被可能经受着潜在的和长期的影响, 也不能排除在洪水不可预测的情况下植被可能发生的变化。

## 卧龙自然保护区生物多样性空间特征研究<sup>①</sup>

谭迎春 欧阳志云\*

(卧龙自然保护区, 四川省汶川县 623000)

由于人类活动对自然生境的破坏, 物种绝灭速度加快, 生物多样性丧失加剧, 已成为当今全球性生态环境问题, 自然保护区作为濒危物种的避难所, 在生物多样性的保护中起着越来越重要的作用。卧龙自然保护区是一个以保护大熊猫、金丝猴、白唇鹿等珍稀濒危动物为主而闻名于世的自然保护区。同时, 由于卧龙自然保护区高山峡谷地形的屏障作用, 古冰川作用的规模和强度比邻区弱小, 又由于其地处横断山脉的北部, 是南北生物的“交换走廊”, 本区内动植物种类繁多, 并保存了不少古老孑遗种和特有种, 是一座巨大的基因库, 生物资源十分丰富。在本研究中, 运用地理信息系统技术, 分析了卧龙自然保护区生境与物种多样性的空间分布特征, 以期作为卧龙自然保护区从单一物种保护向生物多样性保护的转变提供依据。

① 本研究得到国家自然科学基金委员会资助, 项目编号为 39470147, 及人与生物圈计划中国委员会的支持。

\* 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100080



1. 生境多样性: 卧龙自然保护区山峦起伏, 地形地貌复杂, 海拔 1150 米上升到 6250 米, 水热条件垂直分异十分明显, 形成了从亚热带到寒带的丰富多样的生境类型, 为各种不同生态要求的物种提供了良好的生境条件, 在卧龙发育有 6 种典型的植被类型, 即常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、针阔叶混交林、寒温带性叶林、耐寒灌丛和高山草甸以及高山流石滩稀疏植被带。

2. 植物物种多样性: 卧龙自然保护区已鉴定出植物种类数近 4000 种, 包括高等植物有 217 种, 814 属, 1989 种, 其中苔藓植物 174 种, 蕨类植物 191 种, 约占全国种类数的 8.3%, 被子植物 1604 种, 占全国种数的 6.6%。在卧龙保护区有国家重点保护的珍稀濒危植物 245 种, 如珙桐、水杉、伯乐树、连香树、黄连、天麻等。

3. 动物物种多样性: 在卧龙自然保护区已记录的动物为 2200 种, 其中脊椎动物 437 种。有兽类 7 目 23 科, 103 种或亚种, 占四川种数的 50%; 鸟类 13 目 43 科 281 种, 占四川种数的 52%, 爬行类 1 目 5 科 21 种, 两栖类有 2 目 5 科 18 种。由于卧龙特殊的自然环境与地理位置, 保存了不少古老孑遗动物, 列为国家重点保护的珍稀濒危高等动物有 57 种, 其中一级保护对象, 如大熊猫、金丝猴等 13 种, 二级保护对象有猕猴、藏酋猴等 44 种。在空间分布上, 随海拔的升高, 动物区系的组成东洋界成分逐渐减少, 古北界成分逐渐增多, 而形成五种典型的动物地理类群。

4. 物种多样性的空间分布特征: 由于卧龙自然保护区位于崇山峻岭之中, 海拔高度差异大, 地形复杂, 生境条件的差异主要反映在垂直分异上。故此, 在分析物种多样性的空间分布特征时, 以海拔高度为基础, 将卧龙划分为 16 个垂直带谱, 带谱宽度为海拔 250 米, 统计分析不同海拔高度的动植物物种的数量, 以及国家级动植物对象的分特征, 结查表明在不同的海拔高度, 物种数量与物种密度表现明显的差异, 在海拔 1750—2000 米这一带谱, 物种数量最多, 达 161 种, 其中植物 879 种, 包括有国家动植物保护对象 52 种, 而动物物种数量在 1500—1750 米之间, 为 334 种, 物种密度即单位面积个体的物种数量以海拔 1000—1250 米之间最高, 每平方公里有 127 种。物种密度随海拔的升高呈指数递减。

再从植被带谱来分析其生物多样性分布特征, 结果表明, 常绿落叶阔叶混交林带物种总数最多达 319 种, 物种密度达 86.7%种/平方公里, 其中国家级保护对象 135 种, 象珙桐等一级保护植物就分布在该带之中。其次是针叶林带, 总物种为 2099 种, 物种密度为 2.66%种/平方公里, 保护对象 99 种, 其中大熊猫、金丝猴等具有国家级, 乃至世界级的保护对象即分布的该带, 从而具有极重要的生态价值。

# 地理信息系统在野生生物生境评价中的应用研究

## 卧龙自然保护区大熊猫生境评价<sup>①</sup>

欧阳志云 张和民\* 谭迎春\* 张科文\*

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100080)

生物的生境是指生物生活的场所, 它由生物赖以生存的生物与非生物环境构成。近几个世纪以来, 物种绝灭的速度加快, 生物多样性的丧失最重要的原因是生物生境的人为破坏。对生物, 尤其是保护生物的生境评价, 是分析这些物种种群减少、濒危原因的重要手段。同时, 还能为制定合理的保护对策提供依据。

地理信息系统是一类分析与处理空间资源数据与信息的计算机系统, 它具有空间特征数据的采集、存贮、分析处理、转换及显示等功能, 为野生生物生境分析与评价提供了一个十分便利而又有效的工具。本文仅以卧龙大熊猫栖息地评价为例, 以过去长期的研究成果为基础, 运用生态学、保护生物学的知识, 研究了地理信息系统在野生生物栖息地评价的方法与步骤。

1. 生境评价的方法与步骤: 一个典型的生境评价过程包括: 分析对象物种的生境要求, 明确影响其种群及行为的限制因素或主导因素; 然后建立各项因素相应的评价准则, 并进行单项因素的适宜性评价; 最后根据一定的准则, 进行综合生境分析与评价, 以明确保护区各空间单元对对象物种的适宜性特征。在研究过程中, 地理信息系统作为生境空间模拟与分析的工具。

2. 影响大熊猫生境的因素: 根据超体积生态位原理, 分析大熊猫各生态位因子在环境梯度中的位置, 即大熊猫对生境因子的要求特征。经综合分析, 在卧龙影响大熊猫生境质量的因素, 可以划分为三大类, 即物理环境因素, 主要有海拔高度、地貌类型、坡度等因子; 生物环境因素, 如: 可食竹类的分布及丰富度、植被类型、天敌及竞争物种; 以及人的活动的影响。在卧龙, 影响大熊猫栖息地质量的人的活动主要有森林砍伐、交通、农业活动、林下资源的采集以及土地利用的改变等。

3. 建立评价准则: 根据大熊猫的生境要求, 及其与卧龙自然环境、人类活动的相互关系, 建立各单项因素的适宜性评价准则矩阵, 及人类活动对大熊猫生境影响的评价准则。

4. 卧龙大熊猫生境适宜性: 基于上述准则, 运用生态位适宜度模型分析评价卧龙大熊猫生境适宜性, 明确卧龙可作为大熊猫栖息地的区域及分布特征。结果表明: 在物理环境因素的制约下, 卧龙适宜大熊猫的面积为 799.5 平方公里; 从生物环境角度来看, 在卧龙适宜大熊猫的生境有 665.1 平方公里; 综合物理环境与生物环境适宜性, 得到卧龙的适宜生境为 531.2 平方公里, 在空间上主要分布在海拔 2000—3500 米的平缓坡地, 且主要为亚

<sup>①</sup> 本研究得到国家自然科学基金委员会的资助, 项目编号为 39470147。

\* 卧龙自然保护区, 四川省汶川县 623000



高山针叶林及针阔叶混交林两种类型的植被，林下分布着冷箭竹与拐棍竹。

5. 人类活动对卧龙大熊猫生境的影响：在卧龙有 523.64 平方公里的自然生境已不同程度地受到了生产、生活活动的影响和干扰，占全部面积 25.3%。其中大熊猫生境有 18.09% 的面积已受到人类活动的严重干扰。同时还由于森林砍伐、交通、农业活动、林下资源的采集以及土地利用的改变等生产与生活活动使大熊猫生境隔离、破碎化，导致生境质量下降。

结语：地理信息系统作为一种空间分析的工具，一方面不仅能为野生生物生境分析与评价提供有效的手段，而且这能广泛应用生物多样性保护的各个领域。另一方面，地理信息系统也只是一种工具，其有效的利用，更取决于使用者对问题的理解和对领域知识的掌握与运用。

## 鄂尔多斯高原沙地植被—油蒿 (*Artemisia ordosica*) 群落的水分关系

杨 劼 李 博

(内蒙古大学自然资源研究所，呼和浩特 010021)

沙地是比较脆弱的生态系统，近几十年来，由于草原区人口的增长与经济的发展，对沙地的利用强度增强，引起沙地植被的破坏与风沙再起，沙化面积的扩大，已危及到人类的生存环境。地处我国半干旱区的鄂尔多斯高原，以其独特的地理位置，频繁的风沙活动著称于世，其中沙地占 63.8%，沙地植被中以油蒿群落占优势，广泛分布在固定及半固定沙地上。

本项研究样地选在位于黄河南岸库布齐沙地东段的中国农科院草原研究所鄂尔多斯沙地草场改良试验站，海拔 1100 米，年均降水 310 毫米，风蚀沙化现象严重。通过对油蒿群落蒸腾强度的测定（利用 LI-1600 稳态气孔计及离体称重法），得出以下结果：（1）油蒿的蒸腾强度月动态为一单峰型，在七月底达最大，为  $80.74\text{mgH}_2\text{O/gDW} \cdot \text{day}$ ；（2）群落耗水量在八月达最大，为  $39.80\text{kgH}_2\text{O/m}^2 \cdot \text{month}$ ，生长季蒸腾系数为 1383，表明油蒿的生长是以消耗大量水分作为代价的，水分是其生长的限制因子之一；（3）通过计算，油蒿群落在水分平衡条件下的适宜覆盖率为 30—39%。据此而提出，在沙地植被恢复与建设中，应保持生态平衡，遵循自然法则。从大的景观格局来看，全部固定的沙地因违反平衡原则而不可能实现，在生物固沙中应保留一定比例的裸沙。但这些原则并不反对在水分得到充分供应条件时建立高密度的农田、经济林与防护林等。

# 农田生态系统中的生物多样性问题

郭中伟 李典谟

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

## 1. 农田生态系统中的生物多样性及其研究与保护的意义

### 1.1 农田生态系统中与人类的经济利益有关的生物多样性问题

这类问题对人类可能从农田生态系统获得的经济等方面的利益, 有较大的影响, 它常常出现在作物—害虫—天敌系统和其它与作物生长有关的系统中, 研究此类问题, 目的是为了利用多样化的生物群落结构和物种关系, 促进那些对作物有利的因素, 抑制那些对作物有害的因素, 提高产量, 使人类能够从农田生态系统获取更大的经济利益。

### 1.2 农田生态系统中与野生动物和环境保护有关的生物多样性问题

通常, 人们仅仅关注农田生态系统的农产品生产基地的作用, 而忽略了它的生态作用, 即, 农田生态系统作为城市生态系统与自然生态系统之间的缓冲区和生态库的作用。农田生态系统不论是在空间位置还是自然程度上, 均介于自然和生物多样性程度最高的自然生态系统和程度最低的城市生态系统之间。它既可以作为一道屏障, 挡住城市中人类强烈活动对自然生态系统的辐射; 又可以为自然生态系统中生物的扩散提供空间。特别是在今天, 人类活动范围在日益扩大, 自然生态系统在日益缩小, 如果不充分考虑到农田生态系统对野生动物活动空间的补充作用, 那么生物多样性的保护就很难实现。此外, 作为生态库, 农田生态系统还可以为毗邻的自然和城市生态系统提供一定的生态补偿。

## 2. 农田生态系统中的生物多样性与保护的内容

### 2.1 物种多样性层次的内容

在农田生态系统中, 尽管人们感兴趣的仅仅是作为农作物的植物, 但是作为开放系统, 外部生物物种迁入, 是无法避免的。从分类学、系统学和生物地理学的角度, 研究农田生态系统中的物种多样性形成, 演化和维持机制, 增益抑害。多角度、多层次地抑制害虫, 使其数量低于经济为害水平, 而且反过来, 刺激作物增产, 变害为利, 促进作物的生长, 是这一部分的主要研究内容。

### 2.2 生态系统多样性层次的内容

在农田生态系统中, 以农作物为主体的生物群落的组成、结构和动态(包括演替和波动)方面的多样化以及与生境, 如地貌、气候、土壤、水文等多样化之间的关系, 是该部分的研究内容。其中重点是研究由此形成的物种之间关系及其变化的多样化。应用生物多样性的思想和方法, 指导害虫的生态控制, 将有利于深入探讨与利用其中的调控机制。

### 2.3 景观多样性层次的内容

发展复合农林业, 是当前种植业的一个趋势。它是根据自然条件, 采取乔木、灌木等林木与草本植物(包括农作物、牧草等)的套种, 实行农林结合, 取得相互防护与补偿的



效果，促进生态和经济均获得良好的效益。在这其中，就涉及到景观多样性的问题。如何确定乔木、灌木等林木和草本植物的斑块（Patch）的大小、形状和数量，如何划定有关的廊道（Corridor）的位置和宽度，都将是研究的重点。

#### 4. 农田生态系统中生物多样性资源的持续利用

在农田生态系统中，同样存在着生物多样性的持续利用问题，其中包括各种有利于农作物的植物、微生物和昆虫等的持续利用。要想真正使农业实现生态化，重视农田生态系统中生物资源的持续利用，是刻不容缓的。对于那些野生的生物资源，除去控制农药的使用外，如何利用作物种植和景观的布局，为它们提供生息、繁育、避难和越冬的必要条件，将是持续利用的研究重点。

#### 5. 农田生态系统中生物多样性的设计

生物资源的持续利用是农田生态系统的生物多样性设计所要遵从的重要原则。持续利用包括了生物资源提供的经济、环境和社会等方面的利用价值。

利用物种之间共存互惠关系与自克、他克作用关系，或利用能流食物链关系进行切断或增加食物链，对生态系统的组分进行重新组装，是生物多样性设计的主要手段。通过这一方法，可以增加物种的多样性，维持系统稳定，增加系统功能。

景观格局的设计是农田生态系统多样性设计的主要内容。通过调整景观的异质性，改变物种的构成。在农田生态系统中，作为廊道的树篱，它对动物群落尤其重要，在农业景观中动物区系大部分可在树篱中看到。设计好树篱的位置，宽度既可以为益鸟、益兽提供栖息的条件，又可以在自然和城市生态系统之间，为野生动物在两地间迁移，提供一条通道，这对于保护野生动物，提高城市的生物多样性程度都是有益的。

由于农田生态系统的特殊性，其中的生物多样性的构成和物种的种群密度应该以既不影响农作物的生长和管理，又能保证一定的经济、环境和社会效益为出发点，这就是农田生态系统生物多样性设计的“适合度”的问题，针对具体的系统，确定适合度，将是生物多样性设计的核心。

## 冰德坝上坝下主要森林群落的高等植物多样性<sup>①</sup>

罗菊春 路端正

（北京林业大学森林资源与环境学院，北京 100083）

此项研究是在冰德坝上坝下进行的，研究对象是坝上坝下分布面积最广、对环境影响最大，因而是主要经营对象的次生白桦林与华北落叶松人工林。通过对这两类森林群落的多样性研究与认识，将有助于改善森林经营管理与制订科学的利用、保护和发展生物多样性的计划及采取适宜的技术措施，这对维护与提高坝上坝下这生态脆弱带的环境质量是很

<sup>①</sup> 为国家自然科学基金课题“森林草原交错区研究”的一部份。

有必要的，也将改善北京的生态环境条件带来有益的影响。

为便于比较分析，野外调查都是挑选年龄较大而处于较稳定时期的群落。调查的白桦林群落的年龄为 30~50 年，落叶松林为 25~27 年生。各个群落的林分郁闭度均为 0.7~0.8。生物多样性指标采用了 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数。

研究结果表明，由于坝下白桦林是在原有森林破坏后萌生而成的次生林，所以群落中常混有山杨、黑桦或蒙古栎，群落的立木层常有 3~5 个乔木种，Simpson 指数为 0.155~0.504，Shannon（香农）指数为 0.518~0.999。下木层因立地条件不同而有较大差异，混山杨的白桦林立地条件好，下木种类多（达 14 种），香农指数在 2 以上。而混黑桦的白桦林立地差，下木仅 2~6 种，香农指数不及 2。草本层的种类与多样性指数也是混山杨的白桦林远高于混黑桦的白桦林。因而就整个群落来说，混山杨的白桦林的植物多样性也高于混黑桦的白桦林，前者的香农指数在 4 以上，而后的香农指数不及 4；坝下的落叶松林，由于在次生林皆伐后的迹地上营造起来的，因而群落中或多或少地混有白桦或黑桦，但成分比次生白桦林简单，立木层多样性低，香农指数仅 0.14~0.19。下木层的多样性也比白桦林低。草本层与整个群落的多样性白桦相当。由于混白桦的落叶松林立地条件较好，所以草本层的种类丰富，从而使整个群落的多样性较高。

坝上的白桦林，虽也混有山杨或黑桦，但混生的株数少，立木层的多样性低。群落中的下木层和草本层多样性也很低。所以整个的多样性比坝下的白桦林低，香农指数只有 3.3~3.8；坝上的落叶松人工林多数是在荒山荒地上营造的，无其它树种混生，立木层多样性为 0，下木层的多样性与坝下落叶松林相当，但草本层的种类与株数都比坝下落叶松林少，整个群落的多样性也必然低。这显然与坝上气候严酷有关。

从群落多样性分析表中，看到有的群落某一层中的种类、株数都比另一群落为低，但是多样性指数却颇高，主要原因是群落均匀度在起作用。正如 Pielou, E. C 指出的：一个个体总数和种数少而均匀度高的群落，其多样性指数可以与个体总数和种数多而均匀度低的程度相似。因此，分析多样性时，除了考虑物种数与株数外，还应考虑群落中的均匀度，这样才能较好地认识生物多样性的属性与含义，并作出合理的解释。

落叶松人工林，尤其坝上落叶松林，由于生物多样性低，现已发生较重虫害，地力也在衰退，应通过合理的抚育、改造来提高其生物多样性，从而改善这些群落的结构、营养状况与抗性。



# 暖温带宝天曼自然保护区森林生态系统 多样性与持续利用研究

刘玉萃 吴明作 王正用\*

(河南农业大学, 郑州 450002)

本文试图从森林生态系统的基本特征出发, 探讨森林生态系统多样性的表述方法, 以促进森林生态系统多样性及其保护的研究和实践。

研究方法。利用植被图结合森林类型调查, 求算统计出各海拔的各森林生态系统类型的面积。公式借鉴: ①Romme. W. H. (1982) 的平均丰富度  $T_a = T/S$  其中 S: 研究区内各森林生态系统面积之和; T: 总丰富度, 为研究区内森林生态系统类型总数; ②Shannon-Weaner 指数,  $H' = -\sum_{i=1}^T P_i \times \log_2 P_i$ , 其中  $P_i$ : i 类森林生态系统所占的面积比例。③均匀度  $E$ ,  $E = H/H_{\max} \times 100\%$ , 其中  $H_{\max} = \log_2 T$ , 为森林生态系统的最大多样性指数。④优势度  $D = \log_2 T + \sum_{i=1}^T P_i \log_2 P_i$ , 符号同上。计算结果如下表。

宝天曼自然保护区不同海拔的森林生态系统各指标计算表

海拔高度 (m)	T	总面积 (ha)	$T_a$	多样性指数	$H_{\max}$	E	D	相对优势度 RD
600—800	12	787.75	0.0152	2.7875	3.5850	77.75	0.7975	22.25
800—1000	18	712.32	0.0253	3.5090	4.1699	80.36	0.8190	19.64
1001—1200	17	1028.82	0.0165	2.5985	4.0875	68.57	1.4290	36.43
1201—1400	18	2073.05	0.0087	2.8612	4.1699	68.62	1.3087	31.38
1401—1600	11	707.01	0.0156	2.3319	3.4594	67.41	1.1275	32.59
1601—1800	5	186.06	0.0269	1.2184	2.3219	52.47	1.1035	47.53

结果表明: 1) 保护区森林生态系统多样性指数 4.2906、 $T_a$  0.0086、 $E$  77.39%、 $D$  1.2560, RD 22.61%。2) 由于水、热条件差异, 其森林生态系统多样性、 $T_a$ 、 $D$  等随着海拔的升高均有减小的趋势, 但 600—800m 海拔的上述各值下降, 主要由于人为干扰的影响。(3)  $T_a$  愈高, 其多样性指数、 $E$  越大。4)  $D$  值大小决定于各森林生态系统的面积分配。在表中以  $D$  1.4890 最大, 说明该海拔范围内受油松栎类混交森林生态系统所支配, 其  $P_i$  为 0.5398, 以  $D$  0.7975 最小, 说明该海拔范围内组成比例大致相等, 分别为河楸 0.1946, 枫杨 0.1971, 山茱萸 0.1963。

持续利用措施。加强生物多样性保护, 对其开发利用, 关系到我国 12 亿人口的吃饭穿衣问题, 因而确保其持续利用甚为重要, 在工作中应着重采取: 1) 合理开发, 按经济、自然规律, 采取“用养结合”、人工促进资源更新的积极措施, 保护或改善资源结构的条件,

才能使资源的利用经久不衰。2) 高效利用。采取以质取胜、高效利用的措施,以现代技术改善生物资源开发利用的条件,用最小的资源生产出最多的产品,取得最大的经济效益。3) 完善法规。现行的监督管理虽有许多法规和条文可依,但许多重要的生物资源保护至今尚未立法,一些法规尚缺乏实施细则等配套,还有待进一步健全和完善,使我国野生生物种资源的管理完全走向法制。4) 开拓研究。目前保护生物资源的知识还不完备,对其动态规律及其与周围生态环境的关系及导致衰退原因,尚缺乏科学的了解与分析,同时也缺乏对生物保护、维持其生命系统的科学依据和现实可行的措施。这些方面均需组织有关力量进行研究。

## 北京小龙门森林鸟类群落结构及物种多样性研究

李世纯 刘喜悦 王丽 孙忻

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

北京门头沟东灵山的森林属华北暖温带落叶阔叶林及其次生植被。主要树种有辽东栎、山杨、核桃楸、棘皮桦、白桦、油松、华北落叶松等。本研究是对落叶阔叶混交林、油松人工林和华北落叶松人工林三种典型植被夏季和冬季的鸟类群落结构特征及物种多样性等问题,进行了分析和讨论,主要结果如下:

1. 北京门头沟小龙门地区森林鸟类调查,夏季记录到 40 种,冬季 21 种,共计 44 种。其中留鸟 22 种,夏候鸟 18 种,冬候鸟 4 种。

2. 三种林型鸟类群落的种类组成及密度相比较,夏季以阔叶林为最丰富,无论是种类和数量都高于其它两种林型 1 倍以上。冬季鸟类的种数也以阔叶林为多,但数量却以油松林为最大,落叶松林鸟类种数和数量都最少。

3. 夏季阔叶林鸟类群落营巢集团以树洞营巢集团最丰富,其次是地上营巢集团,林冠枝干巢和灌草层营巢集团为少。油松林的林冠枝干巢和树洞巢为多,灌草和地上巢极少或没有。落叶松林鸟类则以地上营巢集团为优势,另三个集团也有一定比例。

4. 冬夏季三种林型鸟类的取食集团均以林冠枝叶取食者占绝对优势。夏季林木皮干、灌草层及地上取食集团的种数与数量都很少,仅在阔叶林中有稍大的比例。冬季三种林型的林木皮干和灌草层取食集团比夏季有所增加,但地上取食集团仍很少。

5. 夏季三种林型鸟类群落的相似性很小或相异性甚大。冬季三种林型鸟类群落相似程度增加。同一林型冬季各月份的鸟类群落相似百分率以阔叶林和油松林为高,大部分都超过 60%,群落是稳定的。落叶松林各月相似程度变化大的相似百分比极低,群落的稳定性极差。

6. 夏季鸟类群落的物种多样性程度以阔叶林表现最为复杂,油松林次之,落叶松林最简单。冬季是阔叶林和落叶松林稍复杂些,油松林较之简单,有明显的月份差别,其趋势是逐渐增加。



7. 通过对几种典型林型鸟类群落特征及物种多样性的比较研究, 认为阔叶林的鸟类群落最为复杂多样, 油松林冬季鸟类数量较高。鉴于此, 北京地区(或华北暖温带地区)发展针叶阔叶混交林(阔叶树与油松及落叶松混交)是值得重视的。它可以发挥几种林型鸟类群落结构的优势, 起到保护和发展鸟类资源, 促进林业生产, 维持森林生态系统的多样性及稳定性的积极作用。

据了解, 北京地区油松和落叶松人工纯林以松毛虫为主的虫害时有发生, 有的年份甚至相当严重, 虽然投入的人工与药物费用相当可观, 但林木受害与损失率仍然很大。为了减少林木害虫的为害, 应提倡综合防治措施。实践说明, 招引鸟类充分发挥其消灭害虫的积极的天敌作用是不容忽视的。根据我们的研究结果, 夏季针叶人工纯林中繁殖鸟较为贫乏, 在现有的情况下, 一方面可采取悬挂人工鸟箱, 创造条件, 招引食虫鸟类; 另外在今后人工造林时应注意树种的多样合理搭配, 为鸟类的栖居和繁衍创造更有利的环境。充分利用鸟类在防治林木害虫的积极作用, 使之成为综合防治森林害虫中的重要因素。

## 井冈山生物多样性特点及其保护

刘仁林

(江西省井冈山自然保护区, 江西 343600)

井冈山位于南岭山地向北延伸的罗霄山脉中段, 北纬  $26^{\circ}22'$ — $26^{\circ}48'$ , 东经  $114^{\circ}05'$ — $114^{\circ}23'$ , 总面积 64500 公顷。这里属亚热带温暖湿润气候, 温和多雨, 自然条件优越。年平均气温  $14.2^{\circ}\text{C}$ , 降雨量 1856.2 毫米, 相对湿度 84%, 有雾日 78.7d, 无霜期 241d, 绝对最低温  $-5.6^{\circ}\text{C}$ — $-11^{\circ}\text{C}$ , 绝对最高温  $31^{\circ}\text{C}$ — $32.2^{\circ}\text{C}$ 。山体呈东北—西南走向, 地形复杂, 群峰峻峭, 最高海拔 1841m, 最低海拔 202m, 相对高差 1639m, 生态环境多种多样, 地带性植被是亚热带常绿阔叶林。土壤的垂直分布依次是: 丘陵红壤(250 米以下), 山地红壤(250—500 米), 山地黄红壤(500—800 米), 山地黄壤(800—1200 米), 山地黄棕壤(1200—1600 米), 山地草甸土(1600 米以上)。这些优越的自然条件孕育了丰富的生物资源, 本文主要分析井冈山的生物多样性特点及其保护。

### 1. 井冈山生物多样性的特点

1.1 生态系统类型多样。生物多样性是生命有机体及其赖以存在的生态复合体的多样性和变异性。它包含遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次。生态系统多样性是生物圈内栖息地、生物群落和生态学过程的多样性。因此, 生物多样性保护是生态学的重要内容之一。井冈山由于地形复杂, 生境多样性高, 生物容量大, 所以生态系统类型多样, 在中型尺度上可划分为森林、灌丛、山地草甸、沼泽、农田五种生态系统类型。在较小的尺度上, 森林生态系统类型中含有多种多样的森林群落, 如罗浮栲林(*Castanopsis fabri forest*)、东京白克木林(*Exbucklandia tonkinensis forest*)、猴头杜鹃林(*Rhododendron simiarum forest*)等, 共计 90 个群系。特别是海拔 1600 米的平水山还有箭竹林分布

(*Sinarundinaria nitida forest*)。

1.2 物种丰富,地理比较复杂。井冈山分布着野生植物 3400 余种,其中种子植物 1831 种,隶属于 724 属 157 科。在这些种子植物中,地理成份较复杂,热带性地理成份的属占总属数的 49.3%,而温带性成份占 47%,即热带性成份较强,这个特点与井冈山的生境多样有关。

丰富多彩的森林类型,栖息着许多野生动物,有兽类 42 种,鸟类 94 种,爬行类 31 种,两栖类 26 种,昆虫 1000 余种。

1.3 物种分化活跃,特有现象明显。由于井冈山的地形复杂,山体落差大,生境多样性高,人类强烈干扰的时间短,有利于物种的分化。到目前为止,已正式发表井冈山的特有植物 20 种(含变种),如井冈山紫果槭(*Acer cordatum Pax. var. Jinggangshanensis*)、井冈山杜鹃(*Rhododendron Jinggangshanicum*)等。此外,井冈山的种子植物中,有中国特有属 25 个,归属于 22 科,所含种数 29 种,占我国特有属总数的 9.7%,占江西区系中国特有属的 89.3%,而且其中有 16 个属是演化上孤立的古老性单型属,如白豆杉属(*Pseudotaxus*)、钟萼木属(*Bretschneidera*)等。

1.4 稀有、濒危物种较多。据考察,井冈山有国家保护的稀有、濒危植物 39 种,如白豆杉、伯乐树、独花兰、观光木等;列为省级保护的 59 种,如金叶含笑、井冈山杜鹃、大果马蹄荷等。稀有、濒危动物有:①国家保护的兽类 14 种,如华南虎、云豹、大灵猫、穿山甲等;②鸟类 12 种,如黄腹角雉、白颈长尾雉、白鹇、草鸮等。

## 2. 井冈山生物多样性的保护途径

上文分析表明,井冈山的生物多样性具有独特的质和重要的价值,为了有效地保护好井冈山的生物多样性,我们采取的途径是:

2.1 建立自然保护区,强化管理。1981 年经江西省人民政府批准建立井冈山自然保护区,总面积 15455.4 公顷,并区划为核心区、缓冲区和一般保护区实验区。这样,使井冈山的生物多样性保护有人管,有法可依。

2.2 建设物种园。第一步是抢救稀有、濒危物种,第二步是保存一般物种,现已建成 100 亩,保存稀有、濒危物种 108 余种,普通物种 700 余种。目的是把物种园建成融科研—教学—教育—生产开发—示范为一体的综合性多功能基地。

2.3 建设动植物标本馆,一是为科研服务,二是向公众普及自然保护知识,提高公民的自然环境意识。

2.4 协调保护区与当地居民的关系,利用一般保护试验区,指导、安排当地居民的林业生产,增加居民的收入,促进保护事业的发展。据统计,当地农民每年在保护区的指导下,从实验区取得毛竹收入 2000 元/人,香菇 500 元/人,竹笋 600 元/人,药材 20 元/人,茶叶 300 元/人。这种利用不会构成破坏,而是持续利用资源的粗方形式,有利于促进自然保护与当地农民的经济发展关系。





## 四、可持续发展的 生态学方法与 21 世纪议程





# 湿地生态系统在持续发展中的作用

徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

湿地是一类具备多种功能的生态系统。因跨越水域与陆地间的交互地带, 不仅具有农林牧渔综合开发利用价值, 而且也是珍稀动物栖息与繁殖场所, 世界各国目前对湿地的保护与利用均十分重视。

湿地种类繁多, 概念各异, 大别之可分为自然湿地与人工湿地两大类。从世界范围来讲, 自然湿地的面积远远大于人工湿地, 而在我国两者相差无几; 湿地主要集中分布于湿润地区。我国的自然湿地只在三江平原与若尔盖周围有大面积分布, 人工湿地则集中于淮河以南广大地区, 在长江流域中下游地区几个大湖周围也有成片自然湿地分布, 但多为人工湿地所包围。

湿地由于特殊的自然环境, 具有较高的系统生产力, 可以产生多种生物产品。过去湿地只作耕地后备资源。随着经济发展与科学技术不断进步, 湿地的多种功能不断得到开拓, 例如建设季节性牧场, 珍稀动物保护区以及水生蔬菜基地和鱼类养殖场所, 在湿地上建立的农牧渔复合生态系统已显示出多种效益, 证明是一种最佳的土地利用方式。

湿地有人比作大地的肾脏, 具有藏污纳垢的功能, 对减缓自然灾害与全球变化也有重要作用。

研究表明, 湿地土壤中有机物质的储量远远高于其它土壤类型, 所以它又是  $\text{CO}_2$  与某些痕量气体的“源”与“汇”(或“库”与“流”)。不论自然湿地还是人工湿地生态系统, 每年可吐大量  $\text{CO}_2$  气, 同时也可排放一定量的痕量气体, 如  $\text{CH}_4$  与  $\text{N}_2\text{O}$  等等。

某些定位测定材料表明, 我国稻田痕量气体排放量与国外某些材料相当, 同时并随不同的施肥处理与稻田种类而变化, 在稻麦秸秆燃烧过程中也有一定的  $\text{CH}_4$  释放。由于湿地的特点是水域与陆地交互多变, 水生与水生植物生长繁茂, 加之泥沙不断沉积, 其净化能力也是比较强的, 水浮莲与水花生净化污水的作用已经得到证实。

同时, 在研究全球气候中, 湖泊沉积物中的某些元素丰缺可作为气候历史变迁的佐证。所以湿地的研究吸引了众多科学家的兴趣。

我国湿地研究虽然开始较早, 但多为单一目的而进行的, 如湿地农用地的调查, 海涂调查研究以及湖泊滩地调查等, 作为具有多种功能的湿地生态系统的研究, 远远落后于国外同行。

因此, 当务之急是对湿地开展综合研究, 制定综合规划, 严格执行农林牧渔用地与自然保护区建设的规划方案, 以期保证湿地生态系统多功能的发挥。



# 谈湖北三峡地段生态林业建设问题

宋醒汉

(湖北省林业勘察设计院, 武汉 430070)

湖北省长江三峡地段主要涉及宜昌市辖宜昌、兴山、秭归、长阳、五峰及恩施州辖巴东等6个县, 拥有土地总面积175hm<sup>2</sup>, 总人口230万人, 举世瞩目的三峡工程正在这一地段开始兴建, 搞好其生态林业建设具有十分重大的意义。

## 1. 基本情况概述

该地段属云贵高原东延部分, 长江横切其间, 地形复杂, 地势险峻, 海拔由41.7m(宜昌县柳林村)上升到3032m(巴东县小神农架)。气候梯度变化显著, 年均气温12—17℃, ≥10℃, 积温3740—5980℃, 降水量1029—1421mm。物种资源丰富, 单是有记载的木本植物就有166科, 734属, 1270种, 且有不少珍稀动植物列为国家重点保护对象。现有林业用地面积占土地总面积的66.5%, 而其森林覆盖率仅为39.8%。水土流失严重, 流失面积占土地总面积为64.2%, 侵蚀模数为3685T/km<sup>2</sup>·年。旱涝灾害常有发生。农村经济比较落后, 农民人均年收入才485元。秭归、巴东被国务院列为贫困县。

## 2. 建设目的任务

根据三峡地段的特殊地理单元和国民经济发展的需要, 特别是日趋恶化的自然环境状况, 在生态林业建设上, 应以服务三峡、改善生态为宗旨, 统一规划, 合理布局, 并与农业、牧业、水利及副业等有机结合, 共同建立起生产力高、综合效益好的森林生态系统, 以控制水土流失, 优化自然环境, 同时开发交通、旅游等资源, 不断促进各行各业增产增收, 使广大农民脱贫致富。要按照生态林业建设的要求, 最大限度地提高林业用地的利用程度, 实行乔(木)、灌(木)、草结合, 将本地段一切可绿化的宜林地全部绿化, 其中人工造林13.2万hm<sup>2</sup>, 封山育林12.9万hm<sup>2</sup>混农林业(立体种植)4.7万hm<sup>2</sup>。同时, 搞好幼林抚育和成林管理。再加一些配套设施, 如修筑林道、防火线和了望台, 建立苗圃、试验站和管护棚等。其建设期限为7年。7年后, 该地段森林覆盖率可提高到60%, 从而大大改善其生态环境, 有利于农、牧业创高产、夺丰收; 有利于三峡大坝的施工和长治久安; 有利于库区移民安置和山地资源开发利用; 直接增加木材、薪材及经济林和副产品等的产量和产值, 不断提高三峡人民的生活水平。

## 3. 主要保证措施

湖北三峡地段的生态林业建设, 是裨益当代、造福子孙的大事。首先, 必须提高认识, 加强领导。省、市(州)、县设置专门机构, 负责组织施工和管理工作, 基层单位(乡、村林场)搞好施工作业和经常性的管理。其二, 要增加资金投入, 采取以自力更生为主, 辅以国家和地方各级财政的扶持, 乃至引进外资等, 从多种渠道来筹措建设经费。其三, 增加科技含量。生态林业是林业建设上一条势在必行的新路子, 需要研究的课题很多, 应不断进行科研、示范、推广与培训等工作, 把先进的科学技术成果组装入建设的各个环节中。其四, 坚持按建设程序办

事,加强整个建设过程中的工程管理,确保这项巨大而复杂的系统工程多快好省地顺利建成。

## 梭梭林在荒漠生态系统中的生态效益分析

徐德炎

(新疆林业科学研究院,乌鲁木齐 830063)

梭梭(*Haloxylon ammodendron* Bge)为温带荒漠地区地带性植被,在我国的分布面积为1170万 $\text{hm}^2$ ,新疆的分布面积占全国总面积72.35%,其中分布在准噶尔盆地的面积占全国的68.2%。所以梭梭林是新疆干旱荒漠生态系统中的主要生物资源,并具有特殊的生态效益。长期以来,它对保持荒漠生态系统的稳定,防火固沙,调节气候,保护绿洲、交通运输及人民生活都发挥重要作用。它既提供大量绿色优质能源,又使古尔班通古特沙漠的沙丘趋于固定、半固定,为牧业生产创造一定条件。

为了探讨梭梭林在荒漠生态系统中的生态效益,在梭梭林原始景观比较完整的甘家湖林区及周围,除了收集现有的气候资料外,还在典型林区进行小气候梯度补充观测,并就梭梭林对生态气候、土壤及生物量进行探讨,现将研究结果分述于后。

1. 对生态气候特征的影响:梭梭林是荒漠生态系统中的重要组成部分,它对保持该系统的稳定起主导作用。它改变了荒漠下垫面的物理性状,对太阳辐射能量、近地层空气动能及水分循环都产生良好的调节作用,使一部分太阳辐射能转换为生物有机能,也改变了空气动能的传递性状,减弱强劲的风沙流危害。

1.1 梭梭林增加下垫面的粗糙度、降低风速:据观测密林地的粗糙度较空旷地提高217.2倍;近地层风速降低80.9—86.7%,复盖度30%的林冠层以下风速较之降低39.5—50%;而林内1m高的风速较之降低83%。使285m宽片林背风林缘的风沙流含沙量较其迎风林缘减少95%。

1.2 调节温湿度:梭梭林区与空旷对照区比较,6—8月的平均气温、平均最高温和7月平均气温分别降低2.2、1.4和1.6℃;冬季1月平均气温、平均最低气温较之提高1.1和1.6℃;气温年较差缩小2.1℃,使6—8月的绝对湿度和相对湿度分别增加5.3Pa和14%,水面蒸发(中20cm蒸发皿)减少424.8mm(减少28.5%)。梭梭林这种夏季降温增湿、减少水份蒸发和冬季增温效应对荒漠生态系统的平衡与稳定具有极其重要意义。

1.3 梭梭林区被垦建为绿洲以后,调节绿洲生态气候之关键在于绿洲农田防护林体系建设完善程度。如乌苏车排子(123团农场)与沙湾县的121团农场比较,前者较后者防护林覆被率增加6.48%,致使6—8月平均气温、平均最高气温、极端最高气温前者较后者分别降低0.6、0.9和0.7℃;冬季1月平均气温、平均最低气温和地面最低温度分别提高1.0、2.3和2.9℃,使6—8月的空气绝对湿度和相对湿度增加1.2Pa和4%,水面蒸发减少274mm(减少23%)。



2. 对土壤的影响:梭梭林除其物理作用——防止风蚀和阻截流沙外,其生理生化功能可使土壤的有机质含量提高 2—8 倍。同时,由于梭梭的根系将土壤中溶于水中的硫酸盐随水分一起吸入体内积累,又经枯枝落叶还回地表层,久而久之,使硫酸盐逐渐在地表层积累而抑制梭梭自身的幼苗更新发育,逐渐形成林相老化衰败。

3. 梭梭林的生物量:梭梭柴是优质燃料,又是很好的纤维板原材料。据调查测定,分布在准噶尔盆地的总产量达 303.54 万吨。在梭梭林适生区,成年纯林产量为  $7.2\text{t}/\text{hm}^2$ ,最好地段为  $12-15\text{t}/\text{hm}^2$ ,最差地段也有  $4\text{t}/\text{hm}^2$ ;5 龄的人工林产量达  $27.3\text{t}/\text{hm}^2$ 。以其发热量估算,每公斤干柴发热量为 18840.6 千焦,约为原煤的一半,即每吨梭梭柴相当于半吨原煤的热量。

## 长江中上游防护林带涪陵段生态系统效益评价

刘子岳 舒振华

(涪陵市建设环境保护局,四川涪陵 630000)

长江中上游防护林带工程,是继“三北”防护林工程之后,我国又一举世瞩目的巨大生态工程,是国家为改善长江流域生态环境,促进经济发展,保障农业稳定增长而又采取的一项根本性治理措施。涪陵市水土流失严重,对国土保安和社会经济发展均造成很大的威胁。“长防工程”涪陵段一期总规模为建设林地 79 万亩,可将全市的林地面积由 81 万亩增加到 156 万亩,林木覆盖率由 18.5% 提高到 34%,每年出经济林由 3 万立方米提高到 7.5 万立方米,每年出薪炭柴 0.86 万公斤,可蓄水 1580 万立方米,增产糖食 1679.5 万公斤,并可改变林分结构,将原有用材林的 34% 划为防护林。在新建规模中,各种结构为:防护林 60.7%,用材林 13.2%,经济林 15.6%,薪炭林 10.5%,在城区则多种抗疏的树木花草。防护林建成后林种结构为防护林 62.2%,用材林 21.8%,经济林 9.6%,薪炭林 6.4%,新建一座林产化工厂使林产化产值由现在每年的 100 万元增加到 600 万元。工程范围遍布全市 31 个乡镇,包括全部三峡水库淹没区。工程总投资 2839.3 万元,分期情况为 1990 年 135 万元,“八·五”期间 2221.3 万元,1998 年全部完成。按照水电部颁发的《水利经济计算规范》、《水土保持技术规范》以及国家计委《建设项目经济评价方法》等所规定的原则和方法,结合长江上游的实际情况进行效益分析如下:

1. 直接经济效益:①新建用材林 10.4 万亩,以 25 年为一轮伐期,年平均收入 349.44 万元。②新建薪炭林 8.6 万亩,每年平均收益 258 万元。③新建防护林 48 万亩,平均收益 4483 元。④新建经济林 12.3 万亩,每年平均收益 2391 万元,以上四项,每年平均收益为 3466.44 元。其建设总投资在本工程建成后第七年就可全部收回,其投资效益为 1:1.2:29。

2. 生态经济效益:采用消耗评价和效果评价方法,测算如下:①蓄水效益为 268.6 万元;②保土效益为 355.3 万元;③保肥效益价值 2644.9 万元。④粮食增产资产为 671.80 万

元,此四项总和为 3940.6 万元。

3. 社会效益和其他生态效益:①对减轻自然灾害,保证国土安全,减少葛州坝和三峡水库等水利工程的泥沙淤积。②增加人均绿化面积,城区由 1989 年的 8.74 平方米提高到 94 年的 14.81 平方米。农村由 53.36 平方米上升为 99.38 平方米。可安排移民 15800 人。③美化环境,发展旅游,提高环境质量,增强人民身心健康的作用巨大。工程实施五年后,建成区的绿化覆盖率由 9% 提高到 94 年的 28.4%。根据 1989—1994 年的监测数据来看,城区大气中  $\text{NO}_2$  的浓度均不超标。采用多元回归分析法来评价其改善环境质量的情况:工程实施前的 1989 年城区  $\text{SO}_2$  的年日平均值  $0.49\text{mg}/\text{m}^3$ ,近郊森林对照区为  $0.09\text{mg}/\text{m}^3$ ,实施五年后城区  $\text{SO}_2$  浓度 1994 年城区  $\text{SO}_2$  年日平均值下降到  $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。近郊森林对照区为  $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ 。在能源和其他条件相同时,将  $\text{SO}_2$  加以标准化。

$$X_i = X_L / S_i$$

$X_i$  为  $\text{SO}_2$  的标准化值, $X_L$  为  $\text{SO}_2$  的实测值, $S_i$  为  $\text{SO}_2$  国家规定的阈值,即  $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ ,则城区:1989 年  $X_i = 0.49 \div 0.15 = 3.26$ ,1994 年  $X_i = 0.38 \div 0.15 = 2.5$ ,对照区:1989 年  $X_i = 0.09 \div 0.15 = 0.6$ ,1994 年  $X_i = 0.08 \div 0.15 = 0.53$ 。计算表明城区大气中  $\text{SO}_2$  浓度的标准化值实施前均高于实施后,证实大气环境质量有所改善。综上所述,“长防工程”涪陵段完成后,可获得很好的生态系统效益。

## 油松水土保持林水文效应评价

韩 冰 吴钦孝 汪有科 赵鸿雁

(中国科学院西北水土保持研究所,陕西杨陵 712100)

黄土高原是全国水土流失最严重的地区,自然、地理条件差异较大,流域治理中生物措施尤为为重要。本文从 28 龄油松水土保持林的林冠—树干—枯枝落叶层—根系立体结构,对其水文效应进行了综合评价,为治理黄土高原、减少入黄泥沙提供科学依据。

1. 林冠层:①林冠层叶重  $41.5\text{t}/\text{ha}$ ,吸水量  $11.25\text{t}/\text{ha}$ 。②截留率为 19.49%,且与降水量呈幂函数关系。③林内降雨动能比空旷地大 3.8 倍。

2. 树干层:其截留率为 2.7%,虽然量少,但在生态学上它是很重要的,它集中于树木主根周围,其水量可作为林外降水量的数倍。

3. 枯枝落叶层:①枯枝落叶层蓄积量为  $17.95\text{t}/\text{ha}$ 。②其最大持水能力 223%,最大持水量  $39\text{t}/\text{ha}$  相当于 3.9mm 水深,截留率为 15.86%,土壤蒸发量随枯枝落叶层厚度增加而减少。③减少冲刷效应随厚度增强而增强。有 1cm 厚枯枝层,侵蚀模数为  $1.14\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。④防止土壤溅蚀作用明显。1.5cm 厚时减少 94%。

4. 根系:①对土壤水文性质影响最大的是小于 1.0mm 根系。②林地的土壤抗冲性能与无根系的黄土母质和农地土壤相比明显增强,其土壤抗冲性能化值随剖面深度的增加减弱,其有限土层深度为 70cm。③根系提高土壤的抗崩能力很强,其崩解速率随土层加深而急剧减少,0—20cm 厚土层土壤在浸入 24 小时后还不能完全崩解。而农地土壤在浸入几分钟后



就会崩解。

## 内蒙古典型草原天然割草地持续利用的探讨

仲延凯 包青海 孙 维

(内蒙古大学自然资源研究所, 呼和浩特 010021)

内蒙古典型草原天然割草地的利用很不合理, 由于牲畜头数增加较快, 为了解决冬春饲草问题, 大部分实行连年割草制度, 致使产草量下降, 优良牧草占的比例减少, 杂类草增加, 引起割草地退化。从1982年至1994年, 我们在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站连续进行13年的研究, 以每年8月16日在固定样方上连年刈割为例, 群落生物量由1982年的 $220.43\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 降到1994年的 $66.63\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 较1982年减少69.77%, 较1994年的对照减少了53.42%; 建群种羊草(*Leymus chinense*)由1982年有 $133.52\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 降到1994年的 $14.27\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 较1982年减少89.31%, 较1994年的对照减少了48.76%, 群落和羊草的密度均有明显下降。主要是割草地的营养物质长期处于亏损状态和割草引起生境条件恶化。

为了抑制天然割草地的退化, 达到持续利用这一再生资源的目的, 必需采取一些措施, 其中合理轮割是有效的措施之一(表1)。由表1可见, 有轮休处理的一些数量指标, 除总生物量外, 其它的均优于一年割两次和一年割一次的处理。从割草地持续利用考虑, 割一年休一年或割二年休一年的总生物量虽低于一年割两次或一年割一次, 但从长远看, 它们完全可以弥补这一不足。如割一年休一年的处理, 三年割两次, 累计群落生物量为 $284.64\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 一年割一次三年累计为 $352.08\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 仅较前者多 $67.44\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。加之有轮休的处理优良牧草(指豆科与禾本科牧草)占的比例较多, 相应营养物质含量较高, 均可弥补前述不足。也可看出, 它们有延缓割草地退化的作用。对照虽有许多优越性, 但作为割草地长期不割草是不可能的。

如前所述, 割草地存在的主要问题之一是营养物质长期处于亏损状态, 因它只有能量输出, 而无能量输入, 因此, 施肥是改良割草地有效措施之一。1983年至1987年, 我们连续进行5年施用N肥的小区试验, 每公顷施尿素112.5公斤, 以割草后不施肥对照, 其5年平均增产61.55%, 幅度为27.65%—88.05%。1991年至1992年, 又做了总面积为5公顷的中间试验, 施肥量同上, 由于生长季降水较多, 两年平均增产94.23%。优良牧草, 特别是羊草, 在群落中所占的比例, 迅速得到恢复。

表 1 不同轮割处理的一些数量特征

轮割处理	年数	总生物量 (g. m <sup>-2</sup> )	平均生物量 (g. m <sup>-2</sup> )	%	优良牧草 (其中羊草)(%)	杂类草 (%)
一年割两次 (6月23日和9月12日)	13	1444.30	111.10	64.13	62.46(26.29)	37.54
一年割一次 (8月16日)	13	1525.66	117.36	67.74	62.53(25.26)	37.47
割一年休一年 (8月16日)	7	999.04	142.32	82.38	71.43(36.44)	28.57
割二年休一年 (8月16日)	9	1192.85	132.54	76.50	71.87(34.92)	28.13
对 照 (8月16日)	6	1039.49	173.25	100.00	80.55(44.81)	19.45

深耙松土也是改良天然割草地措施之一。我们于1990年深耙松土20公顷,耙深10cm,当年增产30.87%,第二年增产10.12%。深耙10cm,恰好可以切断羊草的地下茎,促进羊草生长。密度增加了84.23%,生物量增加了92.98%,高度增加了6.48%。

通过连续13年的研究,从实践中体会到,要达到持续利用割草地的目的,一是利用割草地自身的变化规律,进行调控,二是必需采取一些改良措施,才能达到上述目的。

## 种植香根草在土壤改良和水土保持中的作用

夏汉平 敖惠修 刘世忠 何道泉 陈龙江\*

(中国科学院华南植物研究所,广州 510650)

香根草(*Vetiveria zizanioides*)是一种多年生的禾本科植物。过去人们对它的利用主要是取其根油,作为调制各种香精和化妆品的原料。近年来发现它是一种理想的水土保持植物,得到了水土保持界的一致认可,并很快在许多国家和地区大面积推广应用。作为水保植物,香根草具有很多优良特性,它不仅根系十分发达,地上部分簇生成丛,而且还具有广泛的适应性,并可用作饲料、肥料等等。从1988年开始,在世界银行的推介和支持下,我国南方9省(区)也陆续开始引种这一植物来治理水土流失,效果明显。目前,人们对香根草的生长习性、生态适应性以及水土保持效应等方面开始了研究。本文主要对种植香根草在土壤改良和水土保持等方面的作用做了初步研究。

盆栽试验和大田试验都表明,香根草对改良土壤的效果是相当明显的。其效果主要表现在:(1)使强酸性土壤的pH值增加,半年(盆栽试验)可上升0.1—0.2,两年半(大田试验)可上升0.5—0.6。(2)种植香根草可使土壤的有机质、全氮和速效养分(N、K)有不同程度的增加;对有机质而言,盆栽的增加幅度远高于大田,这很可能是由于盆栽的空间狭小的缘故;然

\* 广东兴宁市水土保持办公室,兴宁 514500



而,香根草对土壤速效磷的影响不明显,甚至使其含量下降,因此种植香根草应注意多施磷肥。(3)在活性铝含量较高的土壤种香根草可显著地降低土壤中活性铝的含量,因此它很可能能有效地改良铝毒(甚至锰毒)土壤。(4)种植香根草后,土壤的含水量明显增加,例如在旱季,香根草区与对照区相比,土壤的含水量在 0—20 厘米和 20—40 厘米土层分别高出 42.3%和 13.4%;表层土壤的孔隙度增加 5 个百分点。

径流试验证明,香根草等高带对固持土壤、减少地表径流的效果同样非常明显。在总降雨量为 1666.4 毫米的全年里,对照区的径流量和侵蚀模数分别为 857.9 毫米和 11.19kg/m<sup>2</sup>,而香根草区仅 460.1 毫米和 1.97kg/m<sup>2</sup>,对照区的径流量和侵蚀模数分别为香根草区的 1.86 和 5.68 倍。

另外,种植香根草对改善环境小气候(包括地温、气温、相对湿度等)的作用也较显著。

## 盐渍化生态环境与土地持续利用

李志杰 谢承陶 田昌玉

(中国农科院土肥所德州实验站,山东德州 253015)

各种类型的盐渍土占据地球地表面的 10%,我国有盐渍土 4 亿多亩,大部分分布在地势平坦的平原地区,蕴藏着巨大的生产潜力。土壤盐渍化涉及资源问题和生态环境问题,又与农业持续发展息息相关,土壤盐渍化不仅造成资源的破坏、生产力的巨大损失,而且还对生物圈和生态环境构成威胁。因此,改善生态环境,对农业持续稳定发展意义重大。

### 1. 灌溉与盐渍化生态环境及其威胁

据对黄淮海地区水盐平衡的分析结果,水分的支出途径绝大部分以蒸散形式排出区外,每年有近 0.4 亿吨盐分累积在本区域土壤中,如山东省禹城市每年由引黄灌溉水带入盐分 12.5~20 万吨,平均每公顷 2.2~3.6 吨。从目前情况看,盐分并没排出区外,土体中下层盐分含量呈上升趋势,处于潜在盐渍化状态。因此,要重视改善农田生态环境,避免土壤次生盐渍化,保证土地的永续利用。

### 2. 建设良好的土壤生态系统是防止土壤盐渍化的关键

2.1 灌溉与排水条件对盐渍化环境的影响。在井、渠(沟)结合灌溉且排水良好的区域,土体盐分为充分淋溶型。2 米土体全盐含量在 1~2g/kg 之间,无盐渍化的威胁;在自流灌溉排水较好的类型区为下层(1m 以下)土壤积盐型;而自流灌溉排水较差的区域,为盐分表聚型,耕层盐分含量达 4.3~6.8g/kg,严重地带生态环境恶化,枣树也无法存活,弃耕志荒。因此,土壤盐渍化会引起生态环境变劣,而环境出现问题也引发或加重盐渍化问题。

2.2 土壤肥力建设与土壤盐渍化环境的相关作用。增施有机肥料可明显改善土壤物理性质,土壤容重降低 0.10~0.19(g/cm<sup>3</sup>),总孔隙度增加 2.7~7.1(%),从而对土壤水分、盐分、化学性质产生一系列影响。土壤有机质含量达到 12g/kg 以上时,可迅速降低土壤溶液中钠和氯离子浓度,土壤耕层全盐含量可控制在 1.0g/kg 左右,不产生盐渍化。

2.3 作物良好的生长发育与盐渍化生态环境的相关作用。生长发育良好的作物,增加了地面覆盖度,减少棵间蒸发、改善农田生态景观。由于根系的穿透作用,使土壤物理性能得到改善,增加水分的渗透淋盐作用。由于作物蒸散是生物排水方式,改变了土壤水分向表土的运动过程,使盐分不向耕层运动和积累。另外,收获后残留的根茬也起到培肥土壤的作用。因此,加强种植耕作与田间管理,也是防止撩荒生盐、保持土地利用的措施。

### 3. 改善盐渍化生态环境、持续利用土地的对策

3.1 灌排工程配套是改善农田生态体系、提高农田抗灾减灾能力的重要措施。

3.2 建设良好的土壤生态环境,培肥土壤,加强耕作与田间管理,提高农田抗逆性。

3.3 开发利用盐碱荒地,改变盐渍化生态环境。对盐碱荒地采取灌溉淋盐、培肥改土、平整土地、选种耐盐品种,逐步开垦;对低洼荒地可发展鱼塘—台田生态系统,对风沙化荒地可采取水利先行、林草紧跟、先林后农的综合治理配套技术。

## 不同林地清理方式对杉木人工林生态系统的影响

马祥庆 何智英 俞新妥

(福建林学院,南平 353001)

在我国南方林区,水热适宜,植被茂密,迹地采伐剩余物多,林地清理困难,炼山(control burning)是经济方便的林地清理方式之一,其作为杉木传统造林技术的重要环节之一,在南方杉木产区得到了广泛应用。随着近年来杉木连栽地力衰退日趋严重,影响了杉木人工林的持续经营,炼山引起的生态问题更加引起人们的极大关注。由于缺乏对炼山的定量研究,对炼山利弊众说纷纭,国内目前尚未见到较长期、系统的报道。为正确评价研炼山利弊,合理变革炼山制度,揭示杉木连栽地力衰退机理,维持杉木人工林的持续生产力,我们采用径流小区定位观测与实验生态学相结合的方法,建立了12个径流小区,进行了不同林地清理方式对杉木人工林生态系统水土流失、土壤水分性质、结构孔隙状态、营养元素、酶活性、微生物数量、杉木生长及林下植被变化影响的6年定位研究。研究结果表明:

1. 炼山清理迹地导致了林地严重的水、土、肥流失。炼山后6年中林地的水、土、肥流失量分别达 $8767.32\text{m}^3/\text{ha}$ 、 $38.004\text{T}/\text{ha}$ 、 $523.16\text{T}/\text{ha}$ ,分别是不炼山林地的3.1、9.7、6.1倍。其第一年的流失量达到中度侵蚀标准,随林地覆盖度增加,林地流失量逐渐下降,两种清理方式林地流失量差异逐年缩小,至第6年林地的水土流失渐趋稳定,炼山对水土流失的影响主要集中在炼山后2年,其水土流失呈明显季节变化,可分雨季严重流失期(3—6月),雨季后干热较为严重流失期(7—9月)和旱季轻度流失期(10—次年2月)。在本研究条件下, $24^\circ\sim 32^\circ$ 之间存在的侵蚀的转折坡度,小于转折坡度时,侵蚀量随坡度增大而增加,大于转折坡度时,侵蚀量随坡度增大而减少。

2. 不同林地清理方式导致了林地肥力的较大差异。炼山清理迹地具有短期的激肥效应,炼山后林地水分物理性质有所改善,速效养分剧增,土壤矿质化作用加强,土壤酶及微生



物活性加强,经雨季冲刷,林地水分物理性质恶化,地表形成结皮,大量养分流失,土壤酶活性及微生物数量下降,林地肥力急剧下降,至杉木幼林郁闭,肥力则趋于稳定.其肥力变化可分为激肥效应期、肥力下降期和肥力稳定期;不炼山林地的肥力变化可分采伐剩余物分解初期、分解高峰期、分解末期.经采伐剩余物分解,林地养分得到富集,肥力得到维持.研究结果揭示了在同一林地上周期性炼山是导致杉木连栽地力衰退的主要原因,这对于有针对性地采取地力衰退的防治措施具有重要理论和实践意义。

3. 炼山清理迹地能明显提高杉木造林成活率,短期内能促进杉木地径和树高生长.但随时间推移,两种林地清理方式林地杉木的生长差异逐渐缩小,至第6年不炼山林地杉木生长已赶上炼山林地,不同林地清理方式林地肥力变化从杉木生长上得到了明显反映。

4. 炼山火烧清理迹地后,杉木林下植被种类增加较为明显,其中以一年生阳性草本增加尤为明显.同时炼山还刺激了木本植物根萌条数量,炼山林地植被种类比不炼山林地增加11种。

## 水热环境对广东小良退化生态系统恢复的限制作用

周国逸 彭少麟 余作岳

(中国科学院华南植物所,广州 510650)

### 1. 试验地概况和方法

试验区东经110°54'18",北纬21°27'49",属海岸台地地貌.由于人为影响,原生森林已被破坏殆尽,水土流失达百年历史,裸地年冲刷表土约1cm.年均温23℃,年内干(4—9月)湿(10—3月)季分明,降雨以对流和台风雨为主.试验地彼此相距200m以内,海拔高度基本一致,约为30m,相对高差在15m以内.试验区不存在海拔高于50m的山丘.混交林集水区面积6.41ha,形状指数0.8,坡度12度,地被物极其丰富;桉树林集水区面积3.78ha,形状指数0.7,坡度10度;裸地集水区面积3.73ha,形状指数0.9,坡度16度。

采用小集水区径流场结合自然分水和人工的封闭技术,把生态系统的边界定义在小集水区边界以内,在自然分水不明显地方加以人工隔离,整个集水区的地表径流入测流堰中,成为地表径流的唯一出口.每个试验地都设有标准的气象观测站,沿与等高线垂直的方向设置多组中子水分仪测点。

### 2. 结果与分析

广东小良属热带北缘地区,这里水分和热量供应都很充足,它使得结构优良的生态系统创造出高的生产力,形成热带季雨林和季风常绿阔叶林的自然景观.但同时,也可以在退化生态系统中形成严酷的生境.特别是这里降水的年内分配不均匀,干湿季节差别大,年内干湿季降水分情况如下:混交林干季20.3%;湿季79.7%,桉树林干季20.9%;湿季79.1%,裸地干季21.5%;湿季78.5%。而热量的年内供应却相对均匀,混交林干季34.2%;湿季65.8%。桉树林干季34.3%;湿季65.7%,裸地干季39.3%;湿季60.7%。这

样,植物在干季也有足够的热量供其生长需要并具有旺盛的生理机能,从而可能遇到水分亏缺的威胁,这之中裸地最为严重;桉树林次之,因为桉树林地的降水较混交林地的小,但热量的实际输入却是一致的。混交林、桉树林和裸地三个集水区年湿润系数  $E_o/r$  ( $E_o$ —蒸发散潜力,  $r$ —降水量) 分别为 1.20, 1.39 和 2.09, 干湿季的湿润系数分别是混交林 0.62 与 1.78; 桉树林 0.71 与 2.00; 裸地为 0.89 与 3.28, 这些值接近或超过了半干旱地区的 0.73—0.98, 半湿润偏旱地区的 0.97—2.44。可见本区水热的联合作用在退化生态系统中所形成的生境严酷性甚至较地理上水热条件并不丰富的温带地区还要严重。

针对桉树林地表板结光滑,透水性差,水热条件严酷从而其它植种无法侵入的特点,实行了人工保护的措施,8 年的试验表明,实行保护的样地土壤容重降低了 20%,表土层容重降低了 30%,土壤通透性增加,地表径流率下降到 10%,样地的小气候环境已有大的改善,相对蒸发散  $E/E_o$  ( $E$ —实际蒸发散,  $E_o$ —蒸发散潜力) 年内值大有上升,保护 2 年时为 0.62, 4 年时为 0.68, 6 年时为 0.75, 8 年时达到 0.81, 说明土壤水分含量的增加,并且在保护后第 6 年植物种类开始侵入,现已形了盖度为 50% 的活地被层,与处于同一集水区没有实行人工保护的地方完全光裸的林地形成鲜明的对照。

本文认为理论上本区退化地恢复的模式为:从环境与植被相互作用而以环境的逐步改造为阶段性目标,以建立某种植被的方法为手段,最终全面恢复地带性植被为最后目的。同时本文还归纳了一套从裸地开始恢复退化地的实施步骤及其相应要解决的实际问题。

## 森林景观小气候模型的建立与应用

肖文发 徐德应

(中国林业科学研究院森林生态环境研究所,北京 100091)

太阳辐射,作为森林植物生长、蒸发和环境加热的能源,是控制森林生产力的主要因子之一。在目前的森林研究与培育实践、土地利用研究中,当评价一块具体样地的适地适树特性,或在森林更新与森林分布的环境因子关系的研究,以及在评价森林的环境效应过程中的大多数情况下,都缺乏可利用的局地小气候数据如辐射、湿度、温度和降雨等,尤其在较大或偏远的山区更是如此。因此,从实际出发,对山区地形条件小的太阳辐射收支和局地气候的模拟计算就具有重要的意义。

太阳辐射作为坡度和方位角的函数,并受大气(云层)传输和地形遮蔽的影响。坡面直接辐射的计算应用了余弦规律,即将坡面直接按辐射收入作为直线光线与坡面法线之夹角的余弦函数,并受给定时刻坡面纬度、经度、坡度、方位角和太阳倾角的影响。具体样地大气传输率的变化采用两种选择即:(1)区域性网点实测值与理论值之比的长期统计平均;(2)按台站常规气象资料,求出区域性通用的回归方程。散射辐射的计算假设天空散射各向同性。反射辐射是坡面坡度和周围下垫面反射率的函数。

为求遮蔽条件下的可照时数问题,本模型应用了 Windows 3.1 支持下的地理信息系统



(WinGIS)中的数字海拔模块(DEM),根据其空间地形数据提供的样地周围地形的高度和方位角,确定样地(具有特定边界)受周围地形的遮蔽情况,即在每一次(时间间隔)运算中,都确定太阳的高度和方向,利用DEM模型沿着样地至太阳沿线在周围搜寻可能遮蔽样地上直射光线的网格(网格精度为20m)单元,抓取该单元数据,送入我们的辐射计算模型中,通过积分来计算开空遮蔽面积。坡地日总辐射计算采用正弦曲线梯形积分方法,从对森林植物光合有效的角度,求算界于以辐射通量密度  $70\text{W}/\text{m}^2$  为标准确定生物学上有效的日时间尺度内的坡地日总辐射收支。

相对湿度的计算以温度变化所导致的饱和水汽压的变化为基础;下垫面温度的计算中,假设在白天温度的变化服从正弦曲线,夜间温度变化呈指数衰减,又同时都与日出和日落时刻有关,并受下垫面植被特性如叶面积指数、反射率等的影响;最高和最低温度受海拔高度的影响;降水是海拔和下垫面森林特性的函数,通过邻近气象台站的资料进行回归计算。

本广研制的森林景观小气候模型的计算机程序用PASCAL语言写成,并具有灵活的全屏幕菜单操作功能。主要应用有三个方面:(1)方便在任一时刻,任一地点计算下垫面所接收到的太阳辐射强度;(2)用于山区森林小气候模拟计算(以地方台站资料为基础);(3)模型计算和输出与地理信息系统的DEM模块相结合,为具体森林样地的景观、森林分布与生长研究等服务,也可用于驱动长期森林生态系统研究中的生态过程模型如森林水文、养分循环、森林生长模拟模型等。

通过在江西大岗山林业部杉木、毛竹人工林生态定位站的应用表明,本模型合理地计算和预测了坡地森林样地的气候要素的时空变化;在以后的研究中,我们将进一步考察复杂地形条件对森林表面甚至森林冠层内部不同高度的辐射、温度、湿度等的模拟计算问题,进一步提高模拟计算的精度,并将本模型用于计算各种干扰机制下森林样地的气候特征变化等。

## 大米草(*Spartina anglica*)对土壤 某些理化因子的改良作用

赵清良 赵 强

(南京师范大学生物系,南京 210024)

六十年代初,在南京大学仲崇信教授倡导下,我国开始从英国引种大米草(*Spartina anglica*),经不断扩种,目前沿海各省潮间带都有不同规模的种植,全国总面积达三万余公顷,其中仅江苏省就多达二万余公顷,启东市沿海又为江苏之最,总面积在5300余公顷(1979)。大米草植被具有保护海堤、促淤造田的社会效益,其本身又是造纸原料有牛羊饲料。大米草种植区土壤中沙蚕——主要是双齿围沙蚕(*Paranereis aibuhitensis*)——的生物量增长迅速,是临近光滩生物量的数倍至上百倍。近些年来,采集并出口沾沙蚕(主要是双齿围沙蚕)已成为大米草种植区人民生产致富的门路之一。为什么大米草种植区双齿沙蚕生物量增长如此迅速?人们推测大米草一定对潮间带其生长区的土壤的某些理化指标产生较大的影响,使之

更加适宜双齿围沙蚕的生长发育。

结合双齿围沙蚕种群年动态的调查,同时采集沙蚕不同生活区(草区和光滩)的土壤样品,一年中除一、四月外共进行了十次采样。同一断面设三个样点,分别属于高潮带Ⅰ区2层,中潮带Ⅱ区1层和中潮带Ⅲ区3层。采样土层深15--20cm,一般方法采样用于测水分、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 及有机质,环刀原样采样用于测比重、容重和孔隙度,由于土样含水量极高,原样土样都就地用酒精火焰精心脱水后才能运输。分析结果表明近岸点(Ⅰ区2层)草区土壤中 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ (平均值0.6795mg/100g)明显低于同水平光滩土样含量(平均值0.9726mg/100g),而有机质含量前者(均值0.781%)则明显高于后者(均值0.580%),两者差别有高度显著意义( $P<0.01$ )。中间样点(Ⅱ区1层)和远岸点(Ⅲ区3层)上述两指标草区土样和同水平光滩土样含量的差别则无显著意义( $P>0.05$ ),可能和每日潮水冲洗及浸泡时间较长有关,使差别减小。各样点土壤样品比重差别很小,但土壤容重草区则较光滩为小,差别有显著意义( $P<0.05$ )。草区土壤总孔隙度(均值53.21%)明显高于光滩(均值48.51%),差别有高度显著意义( $P<0.01$ )。

土壤的一些理化指标反映了土壤的熟化程度和质地。所有土壤样品比重的一致性反映了这一潮间带区域土壤母质成分的一致性。草区土壤中 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 的减少和有机质的增加说明大米草改善了土壤的某些化学因子,有利于底栖生物的生活,土壤容重的减小和总孔隙度的增加则进一步说明了大米草使土壤的物理结构发生了有利于底栖生物生活的变化,土壤松软和透气性能提高。因此,我们可以较合理地解释为什么草区土壤中双齿围沙蚕大量增殖的原因了。同时也使我们较深刻地理解沙蚕——大米草之间的种间关系,合理采集沙蚕,保护大米草植被才是维持沙蚕持续优质高产的最佳选择。

大米草(*S. anglica*)生长区和同水平光滩土壤中  
某些理化指标平均值及其差别的比较

测定项目 样点	$\text{NH}_4^+-\text{N}$ (N=10) 近岸点	有机质 (N=10) 近岸点	容重 (N=3) (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 (N=3) (%)
草区	0.6795	0.781	1.305	53.21
光滩	0.9726	0.580	1.408	48.51
t-test	$t_{(9)0.01}=3.25$ $t=3.96$ $P<0.01$ **	$t_{(9)0.01}=3.25$ $t=7.34$ $P<0.01$ **	$t_{(2)0.05}=4.3$ $t=6.54$ $P<0.05$ *	$t_{(2)0.01}=9.9$ $t=18.02$ $P<0.01$ **

\* 差别有显著意义

\*\* 差别有高度显著意义



# 牦牛不同放牧强度对草地植被组成与产量效应研究

王晋峰 赵益新 陈友慷 陈志华

(西南民族学院畜牧兽医系, 成都 610041)

1990—1991 年夏秋, 在川西北高原进行的牦牛放牧强度试验是 UNDP 援助项目重要组分。试验生境是海拔 3530M 高寒草甸的四川省龙日种畜场(32°30'N)200 公顷植被有代表性和较均的草场, 试验区分 10 个小区, 每小区面积 10ha, 放牧区 12 个, 其余为刈草场及阶段转场用。试验分 2 组(重复); 每分区内按对角线或设置 5 个笼罩禁牧样地  $5 \times 6\text{m}^2$ , 为不同放牧期测定牧前产草量地段。供试牦牛为 1—3 岁青年公母牦牛, 按总数 105 头, 每分区放牧头数按总体重折合相应的牦牛当量。牦牛分布为随机型。从 2(14)、3(12)、3(13)、5(9)、6(11)、7(10), 每分区分别放牧牦牛为 15、30、10、25、20 和 5 头。试验期从 6—9 月, 沿定牧草进行常规及矿质元素分析。

试验前二月即严禁牲畜进入分区。试验中对草层高 10 天观测一次, 按“W”形取样, 每分区 50 个样点, 对牧前牧后产草量一月测定一次, 配合对各分区试验牦牛称重。但对高载畜量分区在出现过牧时可补充增加测产样方。将“残株高度分级法”与“牧前牧后重量法”结合; 把草层高 6—8CM 以上为始牧。草层高 2—3CM 以下为过牧与产量结合作为决定供试牦牛转场的依据, 以及测产中将粗略统计可食, 不可食或经济类群, 精确到按种计量, 以利于详尽分析植物种群排序及其演替动态提供充分依据, 并结合放牧对生境影响, 这是本研究的创见。

在高放牧强度, 牧草剩余量显著下降, 植物组成优降劣增。经济类群变化说明载畜量对牧草产量和质量变化的强烈影响。如放牧 30 头牦牛的 3(12)小区, 6 月中旬—7 月中旬可利用率达 52.99%, 加上牦牛反复践踏和粪便污染牧草约 20%, 草地已出现过牧。禾草由牧前占总产的 33.91% 下降至牧后的 12.31%; 莎草基本稳定; 杂草因萌生力强及适口性差而有明显增加(由 16.74% 增至 26.11%)。7 月中旬至 8 月中旬在转场牧草恢复后再放牧, 第二次牧草利用率为 47.81%。禾草下降减缓, 由 21.75% 下降至 15.96%; 莎草利用增加, 由 33.12% 下降至 23.78%; 杂草由 21.19% 上升至 34.9%; 毒草则由 6.95% 增至 18.76%。牧草利用率加荒废率已出现过牧。8 月中旬至 9 月底, 气温渐下降, 牧草生育由高峰期至生长减缓和停滞, 故在转场后第三次利用, 其牧草利用率达 56.07%, 即牧草干重由牧前 924kg/ha 下降至牧后的 399kg/ha, 禾草由 36.32% 下降至 14.17%; 莎草由 31.02% 下降至 18.03%; 杂草无明显增加; 毒草由 7.7% 增至 13.6%。放牧 30 头牦牛的分区分三次利用同样出现过牧。放牧 25 头牦牛的 5(9)分区 6—9 月实测牧草平均利用率为 45.76%, 略低于放牧 30 头牦牛的分区分区, 但加上践踏污染也出现超载过牧。而放牧 5 头牦牛的 7(10)分区牧草利用率仅 19.05—29.62%, 加上牧草荒废率也不超过 35%。据 360 个测产样方, 1800 个草层样点试验结果表明: 放牧 5 头牦牛的分区分区为轻牧, 放牧 10、15、20 头牦牛的分区分区为适牧(牧草利用与荒废率为 50%); 放牧 25 和 30 头牦牛的分区分区牧草利用与荒废率达 75—85%, 蹄痕

遍野明显过牧。所获完整、准确技术资料,可指导川西北高原高寒载地生态系统适宜放牧与草地合理延续利用,保护难以更新的可更新资源。试验结果提示:“畜率可以通过改变放牧持续时间加以调整”。

## 土地生态系统分类和生态经济评价<sup>①</sup>

陈利顶 傅伯杰

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100085)

土地是一个综合性的概念,它是地表某一地段包括地貌、气候、水文、土壤、植被等全部要素在内的自然综合体,并经常不断地受到人类活动的影响。各自然要素之间不是简单的叠加,而是相互联系又相互作用共同组成的藕合体。土地生态系统是以自然环境因子和人类活动共同组成的动态开放系统。其中,自然环境要素是基础,人类是系统中最活跃的因子。人类活动不仅在系统的物质和能量流动、交换中起重要的作用,而且决定着土地生态系统的发展、演替过程。

土地生态系统的分类是以其结构和功能的差异与各组分要素在空间组合上的特点分为不同土地生态系统类型,其目的是为土地生态系统的合理配置和结构优化服务。结构是功能的基础,功能是结构的反映。结构的差异反映在区域地质、地貌、土壤、水文、植被、气候以及与人类活动特点的空间组合,为土地生态系统的分类提供了依据。

通过分析土地生态系统的研究内容、特点和影响土地生态系统的因子,作者认为在土地生态系统分类中,应遵循以下主要四个原则:

(1)综合性原则:土地生态系统是一有机综合体,由各组分要素组成的次一级的系统单元也是综合的。(2)主导性原则:无论何种生态系统,各要素在系统中所起作用不同,因此在分类过程中,应突出主导因素。(3)科学实用原则:对土地生态系统的分类应该在指导人类改造自然的生产活动和土地生态系统的优化上具有重要的参考价值。(4)区域性原则:在分类中,区域特点应作为区域分类的依据。

根据以上分析和分类原则,作者提出了影响土地生态系统分类的四大主导因子为:(1)地形地貌:为土地生态系统中物质和能量的区域分布和空间迁移奠定了基本格局。(2)土壤性质:土壤是非生命物质和生命物质、能量交换的主要场所,是土地生态系统的基本载体。(3)植被状况:植被是土地生态系统中物质、能量的主要生产者,决定了土地生态系统的质量。(4)人类活动:人类活动不仅改变了土地生态系统的结构和功能,也大大地改变了土地生态系统的演替过程。作为土地生态系统的特殊生态因子,人类可以主动地适应和改造这个系统。

本文以榆林地区无定河流域为例,通过分析本地区的自然环境特征,根据上述的分类原

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目



则和影响因子,将该区分为 3 个一级和 37 个二级土地生态系统类型,并在此基础上比较分析了该区几种典型土地生态系统的生态经济效益,为区域土地生态系统的合理配置和结构优化提供了一个依据。

## 上海浦东新区持续发展的生态规划研究

王祥荣

(华东师范大学环境科学与技术系,上海 200062)

城市化水平是衡量一个地区或国家社会经济发展和现代化程度的重要标尺。虽然就我国总体而言,城市化水准仅达 25%,处于“起始阶段”,但作为全国经济改革开放龙头的上海浦东新区以及整个长江三角洲经济发达地区则进入了城市化的“加速阶段”,随着城市化进程的加快,这些地区正面临着生态环境的急剧变化、资源的合理利用、产业配置以及城市的合理布局等问题,给其城市的持续发展带来了极大的挑战。

上海浦东新区的开发,不仅是上海现代化城市建设的一个新阶段,而且关系到整个长江三角洲经济发达地区的城乡发展和全国的改革开放。因此,浦东开发从一开始就强调了它的现代化和国际化。要达到这样的要求,良好的生态环境是必需的,只有这样,浦东开发的国际化和现代化才具有实际意义,而目前浦东的生态环境并不尽人意,具体表现在自然资源贫乏、产业结构不尽合理、地表水污染严重、淡水资源紧张、大气  $\text{SO}_2$  及降尘污染局部超标、建筑环境受损等方面,已对生境造成了不利影响。因此,研究以上海浦东新区为代表的城市化加速地区持续发展的生态规划途径是十分必要的。

本文通过环境评价、绿地系统规划以及生态功能区划等方法,研究了上海浦东新区持续发展的生态规划途径,其意义在于完善规划观念与手段,促进人与自然关系的协调。

## 鄱阳湖草洲资源保护和利用

刘建业

(江西省科学院生物资源研究所,南昌 330029)

本文论述了鄱阳湖草洲植被类型及其功能特征,进而提出保护和利用草洲资源的意见。

### 1. 草洲的植被类型

鄱阳湖是一个季节性过水型湖泊,洪枯水位变幅大(一般年份约 7—10cm),洪水季节(4—9 月)草洲被淹没,水域开阔,枯水季节(10—翌年 3 月)草洲显露出水面,生长着沼生和

草甸植物,较常见的有 89 种,分属 30 科,其中禾本科、莎草科、蓼科、菊科和十字花科最常见。由于草洲高程的不同、显露历时和水热状况等亦有差异,从而生长着不同的植物群落,依建群种的不同的结构的特点,草洲的植被主要可区分为苔草群落和芦苇十获群落。苔草群落是鄱阳湖草洲植被中最主要的群落,立地条件以潜育草甸土为主,面积约  $458\text{Km}^2$ ,地上部分生物量 110.6 万 t。建群种苔草为莎草科多年生草本植物,每年秋季水退后萌生,汛期逐渐被淹没而进入休眠状况,伴生种主要有马兰、野艾和稻槎菜等,分布区上缘多芦苇和获,下缘多水蓼和蓼子草等。芦苇十获群落分布在苔草群落上缘,立地条件为浅色草甸土,面积约  $175.3\text{Km}^2$ ,地上部分生物量 39.4 万 t。建群种芦苇和获为禾本科多年生草本植物,春季萌生,汛期草洲被淹后,挺水而生,秋季抽穗成熟后,地上部分枯死,常见的伴生种有苔草、菱蒿和马兰等。

## 2. 草洲的功能特征

鄱阳草洲每年随汛期水位上涨而逐渐淹没和汛后水位的退落而逐渐显露,这种“夏淹”、“冬露”的季节性变化规律,使之在不同的季节具有不同的效益,如洪水季节,其主要功能在于调蓄河湖水位及长江部分水量,广大水体蕴藏着丰富的鱼类资源,是鱼类产卵和索饵场所;枯水季节草洲显露后,草洲丰富的资源植物,除为人尖提供食物和纤维等原料外,也是沿湖群众的燃料、肥料基地和良好的季节性天然牧场。草洲及其间洼地形成了一个适合越冬珍禽生存的湿地生态系统,是白鹤等珍禽越冬的理想场所,也是研究湿地生态系统天然和人工演化的宝贵基地及观鸟旅游场所。

## 3. 草洲资源的保护和利用

草洲面积由于围湖造田而减少,从建国初至 70 年代末,湖区建圩 331 座,面积  $1840\text{Km}^2$ ,平均每年围垦草洲面积  $60\text{Km}^2$  以上,加之过度放牧,刈割及堵支并流等影响,使草洲的产草量下降,湿地的调蓄功能减弱等,严重地影响了鄱阳湖区的经济发展和环境状况,必须予以重视,采取相应的保护措施和合理利用。草洲是一个由生命因子和非生命因子组成的矛盾综合体,是一类具有多种效益的自然资源,要搞好草洲的保护和利用,应根据其水陆交替的季节性变化规律及其在湖泊生态系统中的效益和功能,用生态经济学观点考虑自然、技术、经济和社会诸因素之间的关系,统筹兼顾。具体措施应对草洲进行全面管理,加强鄱阳湖自然保护区的建设,因地制宜地组成以畜牧水产为主体的农、林、牧、副、渔全面发展的多种经营,合理地利用草洲资源,充分发挥其效益。

# 我国火干扰研究现状及 21 世纪展望

邱 扬

(山西大学黄土高原地理研究所,太原 030006)

火干扰在生态系统中具有普遍性及重要性,因而国际上对火干扰开展了广泛的研究。我国对火干扰的研究主要集中在以下几个方面:①火发生与行为;②火干扰特性;③火的生态



影响;④火灾防治。研究区域主要集中在东北及西南林区、温带草原和南方山地森林等。上述研究不够系统、全面和深入,比之国际上同行差距较大。本文针对上述问题,结合国际上研究动向,系统地评述了我国火干扰研究现状并展望了 21 世纪研究方向。

1. 火干扰与火灾的关系化。火干扰是一个自然概念,而火灾包含社会属性。一次火干扰不一定成为一次火灾。两者既有区别又有联系。当前我国学者在许多研究中把两者混为一谈。火干扰与火灾的界限须进一步澄清。

2. 火发生与行为的研究。这方面研究须待进一步加强。当前多局限于简单条件下的试验或调查结果组建的模型。今后应充分发挥计算机优势,进行多因子综合分析,组建复杂条件下实用的大型仿真模型库,以综合真实地反应火干扰的发生与行为。在模型中应充分考虑全球变化和人为因素的影响。

3. 火干扰特性的研究。主要集中在下述几个方面。①时间格局。火频率、火间隔期、火轮回期及预测性等指标的确定,以及与自然因子(如全球变化)和社会因子(如人为干扰)的关系是研究重点。我国已有了初步探讨,尚须进一步加强。②空间析局。研究火场面积、形状和分布以及自然和社会因子的关系。③强度析局。主要采用定量化指标、多元分析、调查与试验相结合的方法确定火干扰的物理强度和对生态系统的影响度以及与自然和社会因子的关系。④协同作用。这方面的研究将成为下世纪的热点,尤其是火干扰与全球变化、人为干扰及树倒干扰的关系的研究更具有直接的实践意义。

4. 火干扰史重建研究。火史是了解火特性的基础。我国在这方面的研究甚为薄弱。火史重建的证据主要有两种:①历史记录。我国的火史研究多采用火灾统计资料。②现存死活物。利用火疤、年轮径向生长格局、年龄结构、植被特点、木炭、树倒微地形等现存死活物进行多证据综合分析。火史研究正向数量化方向发展,随机分层抽样、聚类、多元分析、组建模型等数学手段将广泛应用。

5. 火的生态影响的研究。①火干扰对土壤、水文、生产力等生态系统功能的影响研究将更深入、全面和系统。②火干扰对生物的影响研究将在三个层次上展开:物种、种群及群落。涉及到:物种的火适应性、火干扰与种群过程、种群年龄结构的分布、种群稳定性、种间关系、群落组成与外貌、群落演替及生物多样性的关系。

6. 火干扰的景观生态学研究。景观生态学给火干扰研究带来了新思想与新方法。火干扰的景观生态学特征以及火干扰与植被的景观格局、生态交错带、景观异质性、景观多样性的关系将是 21 世纪研究热点。遥感、计算机(尤其是 GIS)、通讯等先进工具将得到广泛应用。

7. 火干扰与生态系统稳定性的关系的研究。关于这方面的研究必须结合以下因子:火干扰特性、生态系统特性以及尺度。火干扰和生态系统稳定性的关系的计算机模拟是今后研究方向。

8. 火干扰的生态管理。21 世纪的火管理将重视火干扰的生态效应。既避免火干扰成灾,又要发挥其积极作用。引进遥感及计算机进行火生态管理的网络系统的研制是下世纪的主攻方向。

# 安徽省巢湖日益严重的生态环境问题及其保护对策

钱啸虎

(安徽师范大学生物系, 芜湖 241000)

巢湖是我国五大淡水湖泊之一, 位于我省中部。约当北纬  $31^{\circ}43'28''$ — $31^{\circ}25'28''$ , 东经  $117^{\circ}16'54''$ — $117^{\circ}51'46''$  之间。当水位 8 米时, 整个巢湖面积约为 755 平方公里, 折合 113 万多亩。湖岸线周长 176 公里, 东西长约 55 公里, 南北宽约 22 公里。巢湖地处我国亚热带江淮平原, 气候温暖湿润, 年平均气温为  $16.3^{\circ}\text{C}$ , 年降水量为 724.6—1455.3 毫米。行政上, 巢湖地跨四县一郊区, 其中巢县所占的湖岸线最长, 约近 100 公里, 依资助为庐江县、肥西县、肥东县、合肥市郊区。据史料记载, 巢湖历来盛产鱼虾, 亦为水权重要产区, 素称鱼米之乡。而且湖光山色, 秀丽娇娆, 也是著名的风景旅游区。由于种种自然和人为因素, 近年来巢湖的生态环境问题, 日趋严重。主要有: 1. 湖泊大量泥沙淤积, 湖面日趋缩小; 由于各个入湖河道上游, 大面积水土流失以及种种原因引起的湖岸崩塌等。据统计: 每年由入湖河道挟带入湖的泥沙量, 高达 200 万吨。每年因湖岸崩塌, 入湖的泥沙量也有 50 多万吨。2. 水位控制不够合理, 影响巢湖渔获量及水生生物区系组成; 巢湖原为天然性湖泊, 水位自然调节。自从巢湖闸 (1960) 与裕溪闸 (1966) 建成后, 巢湖从开放型湖泊转变为半封闭型湖泊, 水位完全受人为控制。巢湖建闸抬高了水位, 扩大了水的容量。这有利于工农业用水、交通运输与城市居民生活用水等的需要, 但建闸后也明显暴露出不少问题, 如减少了渔获物产量与改变了巢湖水生动、植物区系组成。3. 巢湖污染严重, 水质日趋恶化; 由于人口逐渐增加, 工农业生产迅速发展, 在巢湖流域出现大小工矿企业有 3000 多家。平均每天要向巢湖排放工业废水和城市生活污水 50 多万吨, 其中有有毒工业废水达 20 万吨以上。再加上化肥、农药、合成洗涤剂等的用量也逐年增加。大量的在毒物质进入巢湖, 在湖区稀释、扩散和富集, 致使局部湖区和河道遭到严重污染, 水质日趋恶化。4. 人为因素破坏巢湖水产资源; 五十年代后期的“毁灭性捕捞”、六十年代的巢湖建闸以及巢湖水生维管束植物逐年减少等多种因素, 破坏了巢湖水产资源。致使巢湖经济鱼类产量明显下降, 特别是大型经济鱼类产量下降尤为明显, 目前产量虽有较大回升, 但仍有差距。5. 湖水向富营养化方向迅速发展; 所谓富营养化是指湖水中营养物质过多, 特别是氮、磷过多造成的。湖泊富营养化是当今国际上最迫切的环境问题之一。湖泊富营养化的主要标志是产生“水华现象”。巢湖“火华”主要以铜绿微囊藻为主, 伴以水华微藻、螺旋鱼腥藻构成。巢湖蓝藻“水华”又名巢湖湖靛, 每年产量有近亿吨。堆积厚度有的地方达到 1 米, 每年 4—11 月, 有时 12 月都可见到。总之, 巢湖“水华”无论从年产量 (按粥状湿重计算)、堆积厚度与每年发生期持续时间长度, 在长江中下游浅水湖泊中, 均属罕见。致使湖水溶介氧迅速降低, 水质恶化发臭, 不能饮用, 鱼类及其他水生生物大量死亡, 增加湖水中有毒物质, 加速湖泊填平, 促进湖泊老化。主要保护对策: 1. 绿化湖区周围山地, 减少水土流失; 垒堤筑坝, 防止湖岸崩塌。2. 合理调控生态——经济水位。3. 加快污染治理, 控制污染物



排放量。4. 强化水产资源的科学管理。5. 加强全流域综合治理,适当采取工程除氮脱磷措施,减缓富营养化发展速率。

## 水资源保护与水产养殖的持续发展

李勤生 王业勤

(中国科学院水生生物研究所,武汉,430072)

水资源的合理利用和保护是与水产养殖业持续发展直接相关的重大课题。值得政府有关部门和生态学、环境科学、水生物学和水产养殖等学科领域的高度重视,并采取相应的有效措施。

1. 水资源危机:据联合国统计,地球水圈中,水的总储量约为 13.6 亿立方公里,其中 97% 为海洋咸水,淡水约占 3%,其中水川、两极占 77.2%,地下水、土壤水约占 22.4%,湖泊、沼泽和河水不足 0.4%。全世界 100 多个国家缺水。随着经济和社会发展,对水的需求量迅速上升。据联合国粮农组织预测到 2000 年,世界淡水资源人均占有量将比现在减少 20% 以上。专家们认为 21 世纪人类面临着最为严峻的水资源危机。我国属贫水国,人均占有量不足  $2500\text{M}^3$ ,仅为世界人均占有量的 1/4。人口增长、经济发展和日趋严重的水环境污染使我国面临更为严峻的水资源危机,合理利用和保护水资源已是十分迫切的任务。

2. 水产养殖业发展迅猛:水产养殖业已有近 4000 年的历史。近 30 年来发展迅猛。据 FAO 统计,1985 年水产养殖产品总量超过 1060 万吨,到 2000 年预计至少翻一番。其原因在于人类对优质蛋的需求量增加;天然渔获量因过度捕捞而逐年下降;环境污染致使一些水生动物减少甚至灭绝;人口的增长等。以致水产养殖产量在总渔获量中所占的比例急速上升。1975 和 1985 年分别占总渔获量的 8.6% 和 12%,预计在本世纪末将达到 25%。我国水产养殖产量约占世界总产量的 50% 以上,但人均占有量仅为世界人均占有量的 3/5。因此,我国势必继续向高密度集约化方向发展并面临着这种渔业方式给水环境带来的严重压力所造成的风险。

3. 水产养殖对水环境的影响:虽有两种截然相反的观点,但具有破坏性效应的水产养殖已在发展中国家显现出来。据 Warrer-Hansen 报告排入丹麦 Jnland 水体中的总有机物负荷有 30~35% 来自鳟鱼养殖,相当于未给处理的 50 万人的生活废水。鲑鳟饲料中约 67~75% 的 N 流失于环境中,其中 10~25% 沉积于底泥。可见养殖作业对水环境影响之一斑。事实上已出现了因水质恶化而导致的多种水产动物病发性病害的发生和蔓延,对虾养殖出现的大滑坡便是突出例证。

4. 对策:加强国情教育,普及生态知识加强渔业和环境保护措施,防止和纠正不顾结果的短期行为;加强渔业生态研究,建立兼顾水质和渔业生产的优化模式,逐步实现科学管理;增加环保和水产养殖科技投入,研制有效的水质净化剂和水处理技术,提高水体中物质和能量转换效率,改善水质,提高产量,以支持水产养殖业的持续发展。

# 海南岛热带林分类经营永续利用示范的研究

曾庆波

(中国林科院热带林业研究所, 广州 510520)

中国的热带森林面积虽然不多,但生物多样性高,具有丰富的生物资源,解决好热带林业问题,对中国自身林业发展有现实意义,并对解决世界尤其亚太地区热带林问题起示范作用。目前海南岛正面临经济——社会大发展形势,天然林采伐与保护矛盾更为突出,成为中国政府乃至国际社会最为关注的问题。

海南岛热带森林消失可归结为毁林垦荒(刀耕火种,开辟橡胶园,开辟牧场),发展果树基地,工业用地,工业用材采运等方面,森林砍伐后木材进入市场的仅占少数,多数木材用于烧柴。随着社会发展需要,热带天然林面积越来越缩小,仅占海南总面积的 7.25%,森林质量下降,不少物种濒危。海南省人民代表大会,为了找出更加科学有效地兼顾经济、生态效益的经营措施,已通过决议,从 1994 年 1 月 1 日起暂停采伐天然林。为寻求一种兼顾生态经济效益的热带天然林科学经营模式,增加了紧迫感。

经过几年探讨,以近 40 年来原有试验为基础,吸收其他国家的经验,提出试验新模式。林学专家认为对森林资源的可持续性经营,必需发展一定数量的优质高产人工林,满足经济社会发展对木质材料的大部分需求,形成林业经济的支柱性产业即木材加工加工业人工林,从而缓解木材需求及林业经济对天然林的压力;并对天然林采取有目标的重点保护,对一般天然林实行兼顾生态效益和生物多样性保存及多功能长周期经营森林,从而形成分类经营的格局。

首先,在海南岛儋州丘陵地建立大面积人工速生丰产林,通过选育优化的无性系人工林及最先进的人工林营造技术,可增产 30%。其次是如何有效地经营原始林保护区,在发展中国家,保护区只有做到经济自给,区内和周边地区居民有生存手段,才能真正把保护区保护好,已建立了较系统的保护体系。尖峰岭热带原始林自然保护示范区。第三方面,大面积的天然林既生产木材又要保护生物多样性,发挥其它多种功能,存在一系列技术、经营管理方面的问题,找出可行的天然林采伐方式、作业程序和作用质量标准,并实行此作业方案,在基本保持热带林生态系统稳定性和物种多样性的前提下,实现 40 年回归期,每公顷出材 40m<sup>3</sup>。初步建立霸王岭热带天然林永续经营示范区。在海南岛中部山区与沿海台地或平原之间,是浅山区丘陵过渡地带,人口相对较多,农、牧、林并存,三业之间矛盾比较突出。这种外延型的农业和牧业发展给森林带来了巨大威胁,如何创造农林牧人工生态系统是十分现实、迫切的,并对保护天然林起到决定性作用和示范模式的效果。筹建海南岛儋州热带农林牧人工生态系统示范区。

根据分类经营理论,建立了四个示范区,经过努力初建成效。已在荒山地上建成一座海南岛最先进的苗圃,已生产苗木,营造 700ha 林木,生长情况比一般人工林好。在霸王岭天然



林区建立了面积都为 20ha 的四个试验小区,三个不同采伐强度的择伐迹地更新效果研究,一个择伐迹地人工促进更新和人工补植试验区。农—林—牧人工生态系统示范区已全面规划、试点。尖峰岭热带原始林保护示范区,在原有保护区的基础上,一定程度地改善了保护系统,并系统整理了科学资料,出版书籍和宣传材料,自养系统试点。

本项研究是国际热带木材组织(ITTO)资助,为了有效地履行中国政府对 ITTO 所承担的项目义务,中国外经贸部、林业部认真地组织与实施项目工作,经科研人员努力,项目成果和效益是理想的,可在中国热带地区和亚太地区示范推广。

## 川西鱼池水体生态系统的开发与利用研究

李洪全

(四川省名山县农业局,名山县 625000)

川西位于中纬度内陆亚热带湿润气候区,是四川省重要的鱼鸭生产基地。随着商品经济的开拓,两者在发展中争水面、争场地、争饲料、争劳力的矛盾日益扩大。为此,我们根据对鱼鸭生态特点的认识,提出鱼池(塘)水体不同种类鱼种的分层放养,加之水面适度牧鸭的人工生态系统的开发利用,把鱼池(塘)水面利用,在规模经营与提高三个效益上,向前推进了一步。1986年至1987年,在名山县良种示范繁殖农场进行对比试验,在0.27ha鱼池上牧鸭,年均产值达到71577.30元/ha,纯收入30266.20元/ha,较对照0.27ha纯养鱼池产值与纯收入,分别增加了2.79倍和3.01倍。鱼池牧鸭通过多层次地利用自然资源,扩大生产空间,增加食物链环,提高了物质能的转化利用率等途径,在满足生态效益与社会效益的同时,获取最大的经济效益,这一模式受到省内来场参观学习的领导和群众的肯定和好评。

1. 生态效益好。采用能量利用效率和转换系数两个尺度来衡量两种模式的生态效益差异。每吨产量的毛产量与净产量耗能,鱼池牧鸭较纯鱼池总能降低14.2%和17.6%,生物能降低3.1%和6.7%,工业能降低42.3%和44.8%,单位产量的耗能,鱼池牧鸭均显著低于纯养鱼池。以两种模式能量转换系数比较,毛产和净产的能量转换系数,鱼池牧鸭分别较纯养鱼池总能提高2.5%和2.3%,生物能提高2.8%和2.5%,工业能提高16.1%和14.8%,鱼池牧鸭能更有效地利用投入能量。
2. 经济效益高。鱼池牧鸭年均投入为41311.3元/ha,为纯养鱼池的3.64倍;总收入是71577.3元/ha,为纯养鱼池的3.89倍。产出和除投入,鱼池牧鸭纯收入为30266.0元/ha,较纯养鱼池多22726.7元/ha,增长4.01倍。鱼池牧鸭年均产鱼4640.5kg/ha,较纯养鱼池鱼的产量增长22.8%,农产品总产(包括鱼、鸭、鸭蛋)增长1.75倍。以劳动生产率比较,鱼池牧鸭每个工日生产产品量为3.22kg,每个工日生产产品值为21.38多元,每个工日净产值达8.5元,分别较纯养鱼池增长55.56%,113.32%,105.86%,经济效益高于纯养鱼池。
3. 社会效益显著。鱼池牧鸭通过多层次地利用自然资源与食物能,缓解了日益扩大的鱼、鸭发展中的“四争”矛盾。同时,也避免了因赶牧鸭群所带来的环境污

染与纠纷,促进了鱼业、鸭业的发展。以名山县为例,1988年全县鸭只总数达到120万只,产成鱼110万kg,较上年分别增长11.5%和22.2%,为1984年产量的1.56倍和3.88倍。鱼鸭产品的增多,又有力地推动了羽绒与食品加工业的发展,加速了农村调整产业结构的步伐,带来了第二、第三产业的繁荣。据统计,1988年全县仅运销与加工鱼、鸭的从(兼)业人员有2159人,产值433万元,较1984年增长2.4倍。鱼池牧鸭效益好、劳动力兼容性强,有利于提高规模经营效益,已引起了各方面的兴趣。1986年以来,曾先后有省内20多个地市州县3000多人来名山县参观学习,并给予了较高的评价。4. 作法要点。改春放鱼苗为冬放鱼苗,单尾体重100—150g,每公顷投放量600kg左右,精细管理,鱼病以防为主,防治并举,捕获时提大留小,每年2—3次。适量牧鸭,每公顷水面载鸭量以600只左右为宜,鸭舍鱼池配套,推广樱桃谷鸭等良种,公母鸭群1:25搭配,粗精搭配饲料,分次喂养,防治鸭病。(注:产品均按1988年当地市场价格计算。)

## 菌根菌接种对甘蔗抗旱生长的影响

王元贞 张木清 柯玉琴 潘廷国 郑伸坤

(福建农业大学,福州 350002)

以甘蔗两个耐旱性能不同的品种桂糖11和粤糖57—423接种菌根菌进行水泥池盆栽试验。蔗茎于春季接种育苗,不灭菌栽培。移植水泥池之前1个月,将池中土壤用福马林(用量:土重的0.1%,浓度:1%)消毒7天后,敞开通气20天,移植入4叶龄的蔗苗。每个水泥池为1个处理,2个品种,每品种8苗,正常管理。蔗苗移植入水泥池时,同时接菌,设置6种处理,所用代号说明如下:①CK:对照,不接菌;②VA:接种内生菌根菌漏斗孢球囊霉;③A1:接种外生菌根菌紫色马勃;④VA+A1:接种漏斗孢球囊霉和紫色马勃;⑤VA+A1+N:接种漏斗孢球囊霉、紫色马勃、固氮菌;⑥A1+N:接种紫色马勃、固氮菌。盛夏甘蔗生长旺盛时期,进行了水分胁迫处理,即停止供水12天,采样分析测定以下各项指标,采后复水;8天后观察恢复生长情况,最后测生物学产量。结果如下①VA处理与对照比较:蔗叶中,活性 $O_2^-$ 产生速率降低,丙二醛含量减少,超氧化物歧化酶(SOD)活性提高,过氧化氢酶(CAT)活性提高,谷胱甘肽(GSH)含量增加;而膜结合酶 $Mg^{2+}$ -ATP酶和 $Ca^{2+}$ -ATP酶活性和质膜透性均小于对照;叶中N、P、K含量、叶绿素含量、硝酸还原酶活性均有提高,新根发生量增多,时间略提早,VA菌根菌的侵染率提高近1倍,生物学产量有所提高;②A1处理与对照比较:活性氧产生速率下降,丙二醛减少,SOD和GSH不仅多于对照,远多于VA处理,CAT增加;膜结合酶的活性和质膜透性比对照小,并比VA处理小,叶绿素含量增加,产量高于对照;③VA+A与VA或A1处理比较:叶绿素含量增加,新根发生点增多,57—423产量超过VA或A1,桂糖11产量未超过VA或A1;④VA+A1+N三接种与VA处理比较:在上述所测各项有利甘蔗抗旱生长的指标中,三接种处理仅VA菌根菌侵染率一项不及VA处理,其他测定数据,均表现比单接VA对甘蔗更为有利,最终,57—423产量比VA处



理增加 95.5%，桂糖 11 比 VA 处理增加 15.2%。切片观察三接种处理的根系除有 VA 菌根菌侵染，也有一定程度的外生菌根菌侵染皮层细胞。

甘蔗是内生菌根型作物，与 VA 菌根菌有良好的亲和力，有利甘蔗在水分胁迫下生长较好。本试验并试以适当外生菌根菌接种甘蔗，对甘蔗生长也有一定促进，比不接种有利。进而试以内生菌根菌+外生菌根菌+固氮菌三接种于甘蔗幼苗根系，则由微生物协同作用，水分胁迫下甘蔗抗旱性提高，最终产量超过内生菌根菌单接种的效果。

## 西双版纳勐养自然保护区的砂仁生产及保护区建设

王宝荣

(云南大学生态学与地植物学研究所，昆明 650091)

市场经济条件下的自然保护区建设应是生态环境、物种多样性和持续发展相统一的积极的自然保护，它不同于计划经济条件下的消极的自然保护。而西双版纳自然保护区自 1981 年 11 月由云南省政府正式准成立以来，尽管形成了一套行之有效的管理体系，目标明确，但仍处于消极保护阶段。

勐养保护区面积 99760 公顷(149.64 万亩)，聚居着基诺、傣、布朗、哈尼和汉族等共计 882 户 5016 人(1993 年)。由于历史的原因的民族习惯，加上地处边疆，通讯、交通极为落后，人民生活停留在解决温饱水平上，精神和文化生活十分缺乏，在当今市场经济条件下，“手里有粮，心中不慌”的信条已成过去，无钱也不行的观念在改变着人们的思想观念。干季乱砍滥伐林木，雨季偷捕乱猎野生动物的行动屡罚屡禁不止。

砂仁是常中药，亦是食品。我国每年需 200 万千克，长期供不应求。1963 年我国品质最佳的广东阳春砂仁引入到西双版纳至今，西双版纳的阳春砂仁产量已超过广东，达 20 多万千克，位居全国第一。勐养保护区内 5 个办事处只有当地乡镇最保守的统计种植砂仁面积 3281 亩(包括小部分当地的绿壳砂仁)，每备砂仁产量 20 千克，每千克收购价 55 元计(笔者实地调查适宜地每亩产量可达 30 千克，94 年市场收购价 55-67 元)，每亩收入 1100 元，保护区当地农民可收入 360.9 万元。砂仁收入在勐养保护区所划分的七个片区的跳坝河片、关坪片已成为最主要的经济收入来源。当地村寨用砂仁款架电线、修水管、办学校、修公路，当地农民在国家投入不足，当地政府财政困难情况下，依靠自己发展生产，干自己想干的大事，真正成为掌握自己命运的主人。砂仁要求生境比较严格，还需野生蜜蜂授粉，自然保护好了，砂仁生产就能持续发展，自然保护也就是保护村民切身利益正在成为人们的共识。当然，发展砂仁破坏了沟谷植被的下层灌木和草本，但中上层乔木和土壤条件还在，以后恢复也容易。重要的是砂仁生产只在村寨附近的沟谷，即过渡区宜植地，核心区绝对保护。砂仁栽培管理容易，经济价值高，能形成商品，是物种多样性保护和持续发展的结合点之一。

我们提倡自力更生，但应争取外援。纵观全球，物种多样性丰富的地区或国家，大都在低纬度的发展中国家或不发达地区。自然保护是全人类的事，没有理由叫这些国家或地区在财

政紧张的情况下投入更多的资金从事自然保护。工业化国家有责任拿出技术和资金帮助他们,这是地球人的职责和义务。

## 深圳红树林生态造林方法技术研究

刘志平

(深圳市绿化委员会,深圳 518000)

深圳福田红树林区位于深圳湾东北部,与香港米浦红树林区隔海相望,为一长弧形滨海滩地,面积开阔、淤泥平均深度 3m。热量丰富、雨水充沛。海水为不规则半日潮两两退,盐度平均 15.7‰。由于近岸土地的开发,使海滩淤泥不断增厚,有利于红树林的生长。也由于深圳特区的城市建设占用和破坏了红树林湿地生态系统,所以营造海滩红树林显得特别重要。近年来福田红树林保护区进行了红树林引种、繁殖、大面积造林研究,总结如下:

### 1. 红树林的引种试验

红树林种类较少,结构比较单一。为了增加本区生物多样性,因此从海南引种银叶树、海芒果、海桑、水椰、海莲、无瓣海桑、正红树等。结果银叶树、海芒果、无瓣海桑生长良好,海桑和正红树林存活下来,但生长不够稳定。总结经验认为:(1)引种主要限制因子是低温,除选抗寒品种外,还要选水浅浪平、淤泥适中、避风向阳的地方。其次是用塑料薄膜盖保温。同时采用室内低温驯化幼苗、增强品种的抗寒能力。(2)选择合适盐度的引种树种,也是个关键问题。福田红树林区属低盐度区,因此要选择低盐度红树林树种或逐级降低盐度培养驯化。(3)选择合适林地。(4)精心繁殖栽培管理好袋装幼苗再行栽种。(5)栽培的苗期选择,栽种技术及长期的管理技术也非常重要。

### 2. 造林苗的繁殖试验

根据许多红树林植物有独特的“胎生”胚轴方式繁殖的特点,从树上采摘成熟胚轴进行造林苗木的繁殖试验。选择福田树种秋茄和木榄胚轴,分别于离岸 40—70m,70—100m,100—130m 处插植,规格为 16.70×20cm,深度为 8—10cm。秋茄插 9 万多株、木榄 4 千多株,生长良好。经研究认为:(1)离岸越近,繁殖成活率越高,特别是木榄,喜欢生长于群落内的高潮线,秋茄适宜生长于中潮线。(2)植株生长量和生物量亦是离岸越近就越高。(3)无论成活率、生长状况或生物量,同等条件下均是秋茄比木榄好。(4)同等条件下淤泥深的地方,植物生长比淤泥浅的地方差。

### 3. 红树林大面积造林试验

在总结红树林繁殖育苗基础上进行了大面积造林试验,造了三条 6m 宽、10 多公里长的林带,6 个红树林小岛和 30 多亩苗圃地,近 400 万株,增加红树林面积 50 多公顷,海上造林一举成功。造林权树种选择秋茄、桐花树、白骨壤 3 种三地优热种。结果显示:(1)桐花树适宜生长在每天淹水 8—9hr、水深 1.5m、淤泥深 0.5m 的地段;而秋茄则生长在每天浸水 5—6hr、水深 1m、淤泥 0.3m 的地段。(2)采用不同育苗技术:桐花树和白骨壤采用催芽点插或



催芽袋育方法。秋茄、木榄采用胚轴插植法。(3)适时种植:秋茄4月下旬—6月上旬为空、木榄5月上旬—6月中旬为宜。桐花树和白骨壤8—9月装袋育苗,11月份种植。(4)种植深度:木榄和秋茄胚轴插进淤泥1/3至2/3为宜;桐花树和白骨壤袋装苗种在预先挖好的25—30cm深度的坑内。(5)从个体生长、防风防浪,成活率高等综合效应着眼,密植规格为0.3×0.3(m)或0.2×0.2(m)为好。(6)加强管理不可少。

## 三尖杉属植物资源的开发利用<sup>①</sup>

周秀佳 胡之璧 黄炼栋 章国瑛

(上海中医药大学,上海200032)

三尖杉属植物(*Cephalotaxus*)隶属于裸子植物三尖杉科。该科仅三尖杉1属9种,我国产7种3变种,另有1引种栽培变种。产于亚洲东部至南亚次大陆,我国分布最为集中,其中3种变种为我国特产。供药用的有三尖杉、粗榧、海南粗榧和篦子三尖杉等。现将该属的生境分布、显微鉴别和资源利用问题的研究,报告于下。

1. 生境分布 该属植物在我国储存中分布于亚热带和热带地区,即位于18°21'N—34°38'N,95°21'E—120°45'E的广大地区。本区生境条件优越,温和湿润、雨量充沛、热量丰富。我国该属植物的分布:贡山三尖杉(*C. lanceolata*)、台湾三尖杉(*C. wilsoniana*)、西双版纳粗榧(*C. mannii*)、海南粗榧(*C. hainanensis*)分布于亚热带和热带地区;篦子三尖杉(*C. oliveri*)分布于中亚热带和南亚热带;三尖杉(*C. fortunei*)分布于亚热带和热带地区;粗榧(*C. sinensis*)及其他3变种均分布于我国亚热带地区。

2. 显微鉴别 对我国产种类的外部形态特征,在“中国植物志”第七卷已有详细的描述,这里仅从植物资源开发、具有药用价值三尖杉、粗榧、海南粗榧、篦子三尖杉等4种,对其内部的显微结构进行研究,为品种鉴别提供科学依据。根据、茎、叶的石蜡切片,可以鉴别:根的横切面,表皮细胞角质层发达与否、皮层细胞的层数、皮层厚角组织的有无、树脂道的多与少;茎的横切面,横切面的外形、中柱鞘的有无、射线的列数、树脂道的多少;叶的横切面,表皮细胞木质化与否、栅栏细胞的层数、石细胞的形状、树脂道的大小等,可鉴别这4种药物植物。

3. 资源利用 三尖杉、粗榧、海南粗榧、篦子三尖杉所含的化学成分主要有两类,即生物碱类和黄酮类,因其生物碱具有抗癌活性,所以得到广泛的重视。在对该属药物的生物碱进行分离,一般都利用原植物的枝干进行的,总生物碱含量大体上,树皮含0.1—0.4%、枝干含0.2—0.7%,其中50%是粗榧碱,而酯碱含量很低,利用原植物、使资源遭受到严重破坏。在这种思想指导下,申请国家自然科学基金,进行细胞培养和抗癌活性成分研究。利用三尖杉粗榧嫩枝稍顶端及叶,对其愈伤组织诱导,然后进行继代培养,最后进行悬浮培养。实验结

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目

果表明:茎段外植体的诱导高于叶的外植体;暗培养比光培养优势;悬浮培养优于固体培养。在这个基础上对组织培养物进行化学成分分析,用高效液相色谱法,在组织培养物中检测到2个与原植物中成分一致的生物碱三尖杉酯碱和三尖杉酯高碱;同时用气相—质谱联用法还检测到脂氧三尖酯碱、桥氧三尖杉酯碱、麦角甾醇、豆甾醇及其它一些成分。其中三尖杉酯碱、脱氧三尖杉酯碱具有抗癌活性。这项实验为今后研究和生产抗癌活性成分、次生代谢物的合成、该属植物资源开发利用提供科学依据。

## 荒漠—绿洲的对立统一观与荒漠生态系统的持续发展

黄培祐

(新疆大学生物系,乌鲁木齐 830046)

绿洲、荒漠是干旱区客观存在的实体,研究其各自独特性质是客观的需要。绿洲是人类在干旱区生繁和社会活动的依托,因而备受历代居民的称颂和赞誉,对其涵义、存在空间及类型已进行大量研究;荒漠是干旱区的代表性景观,其景观特点、植被类型及其存在的原因备受注意;自人类环境会议以来,研究荒漠化占有突出地位。干旱区各类景观是否存在联系?至今尚缺具有说服力的报告。事实上绿洲是相对于荒漠而存在,即绿洲富于荒漠,并因此而使绿洲具有特殊的研究价值,它又异于荒漠,荒漠景观是干旱气候支配下的主体景观,以植被稀落低矮为其表征。随研究的进展,发现受干旱气候制约的植被并非均质。由于地貌的不均匀性导致生态因子重新组合,随之引起植被的分异是极其普遍现象,甚至在有限的空间出现多种植物群落。至于通过集水作用而形成自然水体,普遍出现近水侧植丛密集分布而远侧逐渐稀疏,呈现典型荒漠景观。当积水点水位变化,某一地段的植丛可能过水位升降而摆动于荒漠与自然绿之间。干旱区各类自然景观普遍受水条件制约并通过植被现象而发生联系。自然建群过程在某地启动后,植被可以在气候条件不变的前提下沿植物群落发生演替的轨迹运行,某些水条件较好的立地,植物群落可发展为稠密的自然绿洲。各类景观既区别又存在联系和转变,水显然是重要的制约因素,但在一定水条件下通过植物群落演替的顺向发展,可使该地植被及其生境在一定程度与范围获得改善;当遇外力干扰,植被将发生逆向演替,呈现与该地自然条件不相应的倒退,其生境亦相应衰退,这种现象可视为荒漠化过程。上列现象均在较有限的时空范围发生。

通地有关研究不难发现,当某一空间水条件改善,该地植被将迅速繁荣,内陆河流改道时,新的受灌区普遍出现植被迅速繁生,近期人工绿洲的建立即普遍通过外区导入水源而实现,其性质显然是相同的。在一定自然条件下,通过植被自身的演替,导致植被结构与功能改善,亦引起生境相应变化,该生态系统将沿顺行演化方向运转。有关事实与规律将表明,籍助于干旱区一定气候环境,透过植被这一特殊自然体本身的规律可以促使植被结构与功能的改善,促使生态系统稳定;防止人为干扰可防止植被的衰退和生态系统退化或荒漠化;通过



重建植被将使已退化系统实现重建。故本项研究成果可以作为干旱区生态系统整治、重建及作为维持这一系统的持续发展的管理对策的理论基础。

## 黑潮暖流对北半球红树林分布格局的影响

卢昌义

(厦门大学环境科学研究中心, 厦门 361005)

红树林是热带海岸潮间带的木本植物群落, 全球红树林可分为东方和西方两个大类群。北半球东半部的红树林是全球红树林分布的一大中心, 属于东主中心类群。该类群的其中一个分支从印尼诸岛沿岸—菲律宾—中印半岛至中国, 由于受到黑潮暖流(Kuroshio)的影响, 其最北端超出了热带海域, 在亚洲直达日本南九州(属亚热带海域)的鹿儿岛。黑潮来源于北赤道海流, 故其温度和盐度都较高。红树林大多为嗜热性或抗冷性较弱的植物, 其分布范围受气温和海水温度强烈影响。黑潮暖流对所经过的沿海地区的温度有很明显的增高作用, 使等温线向北陡升。尤其在冬季, 气温分布呈现了等纬不等温的现象。如1月份的气温 $10^{\circ}\text{C}$ (红树植物生长的临界温度)的等温线向北陡升了约 $27^{\circ}$ 度纬; 在红树林分布区则从福建的南部沿海(约 $24^{\circ}\text{N}$ )陡升到日本的南九州(约 $32^{\circ}\text{N}$ )都为 $10^{\circ}\text{C}$ 的等温线范围; 而纬度比福建高的琉球群岛却处在与我国海南岛相同的等温( $10^{\circ}\text{C}$ — $20^{\circ}\text{C}$ )线范围内(图略)。

黑潮暖流通过上述温度气象条件的影响使北半球红树林分布格局产生一系列响应。在中国的东南沿海, 受黑潮影响较小, 红树植物分布从海南岛的19种(按国际红树林学会近期颁布的新标准划分的真红树)到福建南部剩下秋茄(*Kandelia candel*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)、白骨壤(*Avicennia marina*)、木榄(*Buguiera gymnorhiza*)、老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)、和海漆(*Excoecaria agallocha*)6种, 到福建北部只剩秋茄1种。红树林群落的种类成份和结构都随纬度升高呈现下降的趋势。在琉球群岛至九州南部也几乎呈现了如同中国这种生态系列的变化, 但变化梯度却随温度带的陡升向北推进。日本南端西表岛( $24^{\circ}23'\text{N}$ , 年均温 $23.3^{\circ}\text{C}$ )与几乎相同纬度的福建省龙海浮宫镇( $24^{\circ}24'\text{N}$ , 年均温 $20.9^{\circ}\text{C}$ )相比, 在种类组成上增加了红海榄(*Rhizophora stylosa*)、海桑(*Sonneratia caseolaris*)、银叶树(*Heritiera littoralis*)、榄李(*Lumnitzera racemosa*)、木榄和海漆, 呈现了较高的种类多样性的指数。样方调查还表明, 嗜热性较强的红海榄和木榄为构成群落的优势种, 与福建浮宫红树林以秋茄为优势种的结构完全不同。

黑潮暖流的影响使北半球红树林分布的北缘推进到日本的九州, 鹿儿岛的喜入町是全球秋茄分布的最北端( $31^{\circ}23'\text{N}$ )。分析这里的气象资料表明, 其年均温( $18.1^{\circ}\text{C}$ )虽然比福建鼎县(中国大陆秋茄自然分布最北限)的年均温( $18.5^{\circ}\text{C}$ )略低, 但其最冷月均温( $10.5^{\circ}\text{C}$ )比福建的( $8.4^{\circ}\text{C}$ )高出较多, 在红树植物受冷害临界温度以上。因此可以认为, 分布在我国鼎县的秋茄红树植物, 尽管其分布纬度低于日本的喜入町, 却是世界上最抗寒的秋茄生态类型, 是北移引种优良的种质资源。

# 黄土高原半干旱区天然降水资源化 技术途径及效益分析

王 静 赵松岭 李耀辉\* 陈银生\* 王国君\*

(兰州大学干旱农业生态国家重点实验室, 兰州 730000)

黄土高原半干旱区年均气温  $6-7^{\circ}\text{C}$ , 年日照数  $1850-2520\text{h}$ , 无霜期约为  $140\text{d}$ ,  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  的年积温约为  $2590^{\circ}\text{C}$ , 年蒸发量为  $1700\text{mm}$  年降水量在  $250-550\text{mm}$ , 其中 7、8、9 三个月的降水占全年降水量的 51% 以上, 以甘肃定西为例, 94 年 6-9 月份降水  $346.4\text{mm}$ , 占全年总降水量  $437.1$  的 79.25%, 这种严重的供需错位导致农作物大幅度减产, 甚至绝收。降水总量少, 年变率与季节变率大, 供需错位, 蒸发量大是该地区的总特点, 每年 5-6 月上中旬的降水低值槽与 7-9 月的丰水季的交替出现是该地区一种特殊的气候规律。天然降水在下垫面的分配是 20% 形成初级生产力, 10-15% 水土流失, 65-70% 为无效蒸发。

天然降水的资源化是解决该地区农业发展问题的关键, 即发展集水农业。

## 1. 降水资源化的技术途径

1.1 时空可调的富集技术体系: 可利用公路、场院、屋面等做集水面, 也可在径流大的地方用水泥混凝土建成集水面, 将天然降水收集起来贮于水窖中。在土质较疏松的黄土高原地区, 构筑容积为  $30-40\text{m}^3$  的水泥薄壳水窖较适宜。我们在会宁县燕岔村一农户家, 利用公路集水面建了 3 眼容积  $30\text{m}^3$  水窖, 利用碾场修集水面  $200\text{m}^2$ , 建水窖 2 眼, 每年可收集雨  $120-140\text{m}^3$ 。另外, 在会宁县测报站院内修水泥集水面  $267\text{m}^2$ , 建 2 眼水窖 ( $36\text{m}^3/\text{眼}$ ), 正常年份可蓄满水。

1.2 大田土壤蓄存的技术体系: 将坡地沿等高线按沟垄均半 (一般各  $60\text{cm}$ ) 修成水平丰产沟。此沟将生土用于筑垄, 活土置于沟中, 使活土层加倍, 再辅之施足底肥, 覆盖地膜。减少水分蒸发, 增加了保墒能力。此结构使降水蓄在沟内, 就地富集迭加, 形成土壤水库, 可以很好地控制水土流失, 下渗和无效蒸发, 提高降水利用率, 能大幅度提高产量。

## 2. 降水资源化技术的效益分析

2.1 亏缺有限适时补灌: 1992 年我们在会宁县燕岔村进行春小麦补灌实验, 在其生育期中补灌一次水,  $45\text{m}^3/\text{亩}$ , 分别在分蘖期、拔节期、抽穗期、灌浆期进行处理, 增产效果明显, 其中尤以分蘖期补水最佳。当年平均达  $210\text{kg}/\text{亩}$ , 是当地平均产量的 5-8 倍。93、94 年我们又在甘肃定西继续试验, 其增产效果是明显的。

2.2 集水设施与日光温室联体构筑。改善了光温水肥的组合, 进一步提高了集水的利用效率。

我们于 93 年底在会宁县燕岔村水窖边建一  $0.3$  亩的日光温室, 利用所集窖水进行蔬菜

\* 甘肃会宁县农业局农业技术推广中心



生产,93年12月—94年6月20日共耗水 $48\text{m}^3$ ,共收获番茄 $1140\text{kg}$ ,甘蓝 $600\text{kg}$ ,小油菜 $100\text{kg}$ 。94年11月—95年5月继续进行试验,共耗水 $51.2\text{m}^3$ ,收获芹菜 $700\text{kg}$ (注:因95年让农户负责管理,采收,在产量上有隐瞒)番瓜与黄瓜,辣椒均已育苗定植,但因去冬今春特大旱,所贮水全部用完,试验被迫中断。这种联体构筑可提高水的利用效率,进一步提高生产力。

2.3 就地富集,迭加使用的沟垄均半的丰产沟增产效益明显,93—94年在会宁县杨集乡、中川乡的试验,凡是操作达到技术要求的,亩产均在 $400\text{kg}$ 以上,95年我们又在会宁城关廿里铺修10亩丰产沟进行各种试验,目前仍在进行中。这种农田基本建设项目其增产潜力优于水平梯田,是解决半干旱区农业粮食问题的一条出路。

2.4 利用集水设施发展集水果园,从93年我们在会宁县测报站院内建立 $720\text{m}^2$ 的集水果园。三年来我们先后从兰州、杨陵、定西、会宁等地引种成活果树共76株,有梨、苹果、杏、桃、葡萄、草莓等30多个品种,其中桃已开始挂果(因94、95年会宁连续二年特大旱年,所以种果树虽用所贮水补灌,但成活率仍受影响)。集水果园的建立对提高水的利用率,增加经济收入无疑是有效的。

## 非化学杀虫剂防治小菜蛾的可行性分析

庞雄飞

(华南农业大学昆虫生态研究室,广州510642)

有机杀虫剂的大面积应用产生的杀虫剂残毒问题、对杀虫剂的抗性问题、害虫的再猖獗和次要害虫的大量发生问题,在应用杀虫剂防治蔬菜害虫中也突出地表现出来。小菜蛾是十字花科蔬菜的重要害虫。在供应深圳、香港的蔬菜场,为了防治这种害虫使用大量杀虫剂,不但未能解决这种害虫问题,而且发生量愈来愈大。由于这种害虫对各种杀虫剂的抗性和交互抗性继续提高,天敌的作用明显下降,形成杀虫剂愈用愈多,害虫愈来愈严重的恶性循环。多种杀虫剂已超过容许的使用浓度,一些杀虫剂甚至失去应用价值,成为“化学杀虫剂防治困难”的典型害虫之一。面对这样的困难,有必要研究非化学杀虫剂防治小菜蛾的问题。

50年代以来,害虫防治理论的发展受到大量使用杀虫剂的影响。校正死亡率成为杀虫剂防治效果的主要指标,这个指标也应用于其他防治效果的评价。校正死亡率只能表示使用防治措施后短期内的作用,未能表示防治措施应用后的实际效果。例如广谱性杀虫剂不但杀死部分害虫,同时也杀死部分害虫的天敌。校正死亡率仅能表示杀死害虫的主效应,而忽略了杀死天敌而有利于害虫种群数量增长的副效应,这是有机杀虫剂应用的早期未能预见害虫再猖獗和次要害虫大量发生的原因。与此同时,对天敌的自然控制作用受支忽视,与自然控制起着相辅相成的各种防治措施的作用评价也受到影响。

本文应用种群数量发展趋势指数(Morris,1963;Watt,1961,1963;庞雄飞,1990等)和种群控制指数(庞雄飞等,1990等)作为评价种群动态的主要指标,以降低种群数量发展趋

势指数为主要策略,辅以赤眼蜂、小菜蛾颗粒体病毒、昆虫病原线虫以及苏云金杆菌制剂等生物防治手段,有可能使小菜蛾种群数量发展趋势指数降低到1以下,达到防治的目的。

## 持续发展与新三高农业

梁广文

(华南农业大学,广州 510642)

“持续发展”是以深刻的生态学理论为基础,兼顾人类的长远利益和现实需要提出的一项社会发展战略。自1992年联合国环境与发展大会以来,这种发展战略已为世界各国普遍接受。本文根据持续发展的原则对我国三高农业的发展目标和道路进行的探讨,提出如下一些新的论点:

1. 我国目前大力推广的三高农业是以“高产、优质、高效益”(简称三高)为目标的,上述“三高”实质上是“一高”,即高经济效益。

2. 按照持续发展的原则,新三高农业的特点应该是:高经济效益、高环境效益和高科技含量。

3. 新的“三高”是在现行的“三高”的基础上发展起来的。其中,高经济效益和高环境效益是两个并重的目标,是用以衡量生产系统和技术优劣的标准。因此,新的三高农业既不是向低效益的古老农业的回归,也不能牺牲环境而追求高经济效益;必须依靠现代科学技术,因而高科技含量成为其重要特征。

4. 现代生态学的原理和经济学的原则是进行新三高农业基地建设的基本依据。系统科学的理论和方法将在新三高农业的研究和发展中发挥重要的作用。我国绿色食品生产基地和生态农业示范基地均初步具备新三高农业的特色,按照新三高农业的标准进一步完善其管理系统和技术措施,可在新三高农业示范推广中作出重要的贡献。

## 楝科植物杀虫剂对中华稻蝗生物活性研究

崔志新

(华南农业大学植保系,广州 510642)

保护生态环境成为当今重要课题。由于十年来不合理大量滥用有机合成杀虫剂及加上杀虫剂品种本身固有的缺点,人畜中毒事件屡有发生,同时杀伤天敌,污染环境和害虫抗药性问题日趋严重,以及害虫的再猖獗等问题引起了人们的普遍关注,因此对农药重新评价,



开发新型合理性农药已势在必行。

本文应用楝科植物对中华稻蝗进行了生物活性测定,在此基础上深入研究了植物性杀虫剂——印楝素对卵巢发育的影响。研究结果表明:楝科植物杀虫剂——苦楝、川楝、印楝对中华稻蝗具有拒食、胃毒、触杀和抑制生长发育作用。苦楝果甲醇抽提物“C. B—G 和 MeOH C. B”对 3 龄稻蝗,在 1% 浓度下拒食率分别为 96.2% 及 95.9%,拒食效果显著。印楝 Margosan—O 对 5 龄稻蝗致死中浓度(LC<sub>50</sub>)为 1.7%,值得重视,为今后开发应用提供了前景。

印楝素对卵巢发育的影响,试验结果:5ppm 处理,取食量减少,试虫历期延长,体重显著比对照减少,卵巢萎缩,无卵黄沉积,卵母细胞未能正常发育,不能产卵,第 20 天卵尚未发育,有萎缩现象,第 25 天试虫死亡。0.5ppm 处理,不影响试虫取食,取食量与对照相同,但解剖时体重增加量减少,卵巢发育缓慢,第 30 天仅相当于对照第 10 天的发育程度,卵黄未沉积,不能产卵,第 35 天后,试虫死亡,而对照进入成虫后第 25 天均已产卵。

印楝素可以引起蝗虫的一些生理和行为变化,处理过的蝗虫,在成虫期体重减少,经测定血淋巴中蛋白质含量明显降低,这可能是影响了蛋白质的合成。为了证实印楝素对蝗虫内分泌系统的影响,测定血淋巴中蜕皮酮的含量,发现随处理时间逐步降低,印楝素对蝗虫卵巢具有抑制作用,影响产卵,从而控制下一代的种群数量,这一作用对防治蝗虫具有重要意义,植物性杀虫剂的开发具有前途。

## 广东北江上游森林植被退化对生态环境的影响

敖惠修 何道泉 刘世忠 夏汉平

(中国科学院华南植物研究所,广州 510650)

北江上游是珠江流域的发源地之一,合理保护和发展本地区的森林植被,对流域的持续发展有着战略意义。

### 1. 北江上游的植被概况

本地区的代表性植被类型是亚热带常绿阔叶林,过去曾广泛分布。自秦汉时期以来,由于人类活动的干扰破坏,这种常绿阔叶林就逐渐减少,取而代之的就是针叶阔叶混交林、针叶林、稀树灌木草坡和人工植被,甚至有部分成为严重侵独的裸地。经过解放后几十年造林绿化,森林覆盖率已由解放初的 37% 增加到 80 年代末的 44%。但是森林的质量退化,表现在林种比例上用材林多(占 83%),其它林种少(只占 17%);在树种结构上,针叶林及针、阔叶混交林多(占 75%),阔叶林少(占 25%);在林龄结构上,幼林和中龄林多(占 88.3%),成熟林少(占 11.7%);在林木径级上,小径材多(占 68.8%),大径材少(占 31.2%),这反映了目前该地区森林砍伐量大,多功能的常绿阔叶林减少,很不适合北江上游作为重要水源涵养区的要求。

### 2. 森林植被退化对生态环境的影响

由于人类活动对原有常绿阔叶林的破坏,对当地及下游地区生态环境影响较大。

2.1 水土流失地区增大。本流域的韶关地区水土流失面积占总面积 13.14%,南雄水土流失面积占该县总面积的 31%,年侵蚀模数为 4691.54 吨/公里<sup>2</sup>,相当于每年剥蚀土层厚度 3.61 毫米。

2.2 河流枯水期流量减少,水质变坏。始兴县的清化河,50 年代枯水期的流量为 3—3.5 米<sup>3</sup>/秒,而 70 年代降为 2 米<sup>3</sup>/秒。浈江水 60 年代的含沙量 0.3 公斤/米<sup>3</sup>,而 80 年代升为 0.42 公斤/米<sup>3</sup>。

2.3 河床淤高,航行受阻。由于水土流失导致河床淤高,使不少河段水运停航。区内干支流总长为 5.181 公里,常年通航里程从 60 年代的 2,100 公里减至 80 年代的 890 公里,只占河段总长的 17.2%,连州—星子的星子河,河床升高 1 米多,现已不能通航。浈江的乌径区,解放初水清如镜,航运发达,30 年来河床升高 2.2 米,现旱季失去通航能力。

2.4 水旱灾害频繁。南雄县每逢暴雨江河两岸经常有四、五万亩农田受浸,造成减产失收。韶关地区干旱严重,大多数年份都有不同程度的秋旱,近 20 年来每年受害面积都达近 8 万亩。

2.5 森林病虫害增加。韶关地区 1984 年 70 多万亩马尾松纯林,发生严重的松毛虫为害。始兴县北山武岗乡 8 万多亩毛竹林,由于纯林化,连续发生竹蝗虫为害,1984 年受害面积达 6 万多亩,附近农作物亦连带受害。

### 3. 恢复上游森林被覆的重要意义

3.1 低地和山地森林生态系统是一个统一体。山地森林砍伐后,低地河流流量显著减少;山地森林恢复,低地河流流量明显增大。据始兴墨江水文站资料统计,1985 年上游地区的森林未遭破坏前,枯水期流量为 17 米<sup>3</sup>/秒,森林砍伐后,到 1978 年测定时只有 3 米<sup>3</sup>/秒,1978 年开始封山育林,恢复森林植被,1985 年流量又回升到 5.5 米<sup>3</sup>/秒。

3.2 中、下游地区生态环境与上游地区森林状况有密切联系。由于上游地区森林连遭破坏,水源逐年枯竭,又缺乏蓄水保水能力,影响到中下游。往往一遇下雨就易招致水灾,俗语有:“南雄洒湿脚,始兴涨一尺,英德上屋脊,清远无地堰”的说法。1982 年、1983 年两年特大暴雨致山洪暴发,使下游水灾严重。1994 年暴雨使下游及珠江三角洲受严重影响,农田受浸,房屋倒塌,人民生命财产受到巨大损失。要根治水患,除筑坝防洪外,更重要的是保护和恢复上游的森林植被。

## 湖北保安湖鱼—草关系数学模型初报

梁彦龄 蔡庆华 黎道丰

(中国科学院水生生物研究所,武汉 430072)

鱼—草关系模型的目的是研究草鱼与水草之间的动态平衡,即探讨建立合理的草鱼种群规模,在充分利用水草资源的同时,保持水草的持续稳定生长而不出现对其过牧现象。为



此需研究:1)水草组成及生物量动态;2)草鱼对水草的牧食等。

1992 1993 年度,对保安湖水草的种类组成扩生物量进行周年调查。主要种类为黄丝草、菹草、聚草、苦草,其生物量(g/m<sup>2</sup>·湿重)分别为 339.1、218.1、4.4、147.3,占水草总量的百分比分别为 46.5、29.9、0.6、20.2。

水草的生长除聚草外,与时间(t,月)均有较好的抛物线形关系:

黄丝草  $MB_{pm} = -741.7 + 284.6t - 17.0t^2, R^2 = 0.61, p = 0.0377$

苦 草  $MB_{vs} = -547.0 + 183.9t - 10.2t^2, R^2 = 0.69, p = 0.0168$

菹 草  $MB_{pc} = -165.7 + 91.6t - 5.7t^2, R^2 = 0.48, p = 0.0722$

水草总量的动态模式有两种,分别为逻辑斯蒂方程和抛物线方程。

逻辑斯蒂模式:  $MB_{total} = 921.2 / (1 + 15352.3e^{-2.8t})$

抛物线模式:  $MB_{total} = -793.8 + 460.1t - 30.6t^2, R^2 = 0.75, p = 0.0642$

1992 年 6 11 月,在一试验湖汊进行了网箱养殖试验。结果表明:投喂不同种类或混合种类的水草,草鱼的生长均表现为标准的逻辑斯蒂模式,而草鱼的体重与耗草量之间有比较显著的幂指数关系(表 1)。

由于在给定时间内水草的消费量与草鱼的多寡密切相关,当草鱼达到一定的密度时,水草将被全部吃光,即 100% 利用。根据这一假设,可综合以上资料求出不同利用率对水草(以下均指总草)生长的影响。

表 1 草鱼的生长模式以及体重(W,g)与耗草量(MC,g)的关系

投饲种类	草鱼的生长模式 $W = K / (1 + ae^{-bt})$			体重与耗草量(MC,g)的关系 $MC = a'W^{b'}$			
	K	a	b	a'	b'	r	p
黄丝草	6506	292.14	0.25	$e^{-2.88}$	1.72	0.8459	0.0338
苦 草	296.5	905.45	0.92	$e^{0.97}$	0.91	0.7485	0.0869
聚 草	150.5	925.72	1.16				
总水草	337.4	130.34	0.65	$e^{-2.73}$	1.60	0.9343	0.0063

以 3 月份为初始时间,实测其水草生物量为 181.7g · m<sup>-2</sup>,而网箱中每尾鱼的耗草量为 124.99g,即对水草 100% 利用时相当于投放 1.45ind · m<sup>-2</sup>草鱼,投放量递减时水草的利用率亦相应递减,至完全不放草鱼时可视为 0% 利用。于是,可求出草鱼对水草的利用方程为:

$$MC = 0.0652(x \cdot 1.45W)^{1.6}$$
$$= 0.0652(x \cdot 1.45 \cdot 337.4 / (1 + 130.34e^{-0.65t}))^{1.6}$$

式中 x 为草鱼对水草的利用强度(%),0 利用即相当于目前湖中水草的生长模式,其总水草量 MB<sub>total</sub> 可从式(1a,b)求得,而 t 时湖中剩余水草则为

$$MR = MB_{total} - MC$$

草鱼的生长季节为 3 11 月,为保证水草的持续稳定生长,在草鱼的生长季节结束时,湖中水草的剩余量应不低于生长季开始时的生物量。由此可得草鱼对水草利用率的上限为 51 77%。考虑到生长季开始时湖中残存的个体较大的草鱼对水草的消耗量大于鱼种对水草的消耗,且草鱼对水草萌发期嫩芽的牧食对水草的生长有破坏性影响,故实际的水草利用率应更低于上述理论值。

# 保安湖营养状态评价模型

蔡庆华

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

湖泊营养状态的评价,即确定水体的状态属性,实际上是一个将定性问题定量化的多变量的综合决策过程。Carlson(1977)综合湖水透明度、藻类 Chla 含量以及总磷浓度并将其转换为营养状态指数(TSI),建立了对湖泊营养状态进行连续分级的方法。Aizaki 等(1981)对此进行了修正和完善。此方法由于可对湖泊营养状态进行连续的数值化的分级,从而为湖泊富营养化机理的定量研究提供了坚实的基础,是湖泊富营养化评价中的主要方法之一。

由于各因子对湖泊营养状态的响应和贡献的不一致性,选择不同的指标可能得到不同的评价结果,故在营养状态的评价过程中需定量计算评价指标的相对重要性。

本研究应用层次分析法确定各指标的权重。根据这三个因子的相对重要性

叶绿素 a(Chla) > 透明度(Sd) > 总磷(TP)

构造相应的判断矩阵:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

相应的权向量为  $w = (0.540, 0.297, 0.163)$ , 其中

$$\lambda_{\max} = 3.009, CI = 0.005, RI = 0.580, CR = 0.006$$

具有满意的一致性。即权重为  $W(\text{Chla}) = 0.540, W(\text{Sd}) = 0.297, W(\text{TP}) = 0.163$

每个因子的 TSI 方程为:

$$TSI(\text{Chla}) = 10 * (6 - (2.04 - 0.68 * (\text{Chla}))) / \ln 2$$

$$TSI(\text{Sd}) = 10 * (6 - \ln(\text{Sd})) / \ln 2$$

$$TSI(\text{TP}) = 10 * (6 - \ln(48/\text{TP})) / \ln 2$$

修正的 TSI 方程(记为  $TSI_M$ )为:

$$TSI_M(\text{Chla}) = 10 * (2.46 + \ln(\text{Chla})) / \ln 2.5$$

$$TSI_M(\text{Sd}) = 10 * (2.46 + (3.69 - 1.53 * \ln(\text{Sd})) / \ln 2.5)$$

$$TSI_M(\text{TP}) = 10 * (2.46 + (6.71 + 1.15 * \ln(\text{TP})) / \ln 2.5)$$

将权重代入上述方程,可得出湖泊营养状态的综合评价模型。对保安湖不同湖区进行评价,结果如表 1 所示。表明总的来说,保安湖属于中营养水平,但肖四海湖区富营养化的程度较高,与武汉东湖相似。

综合评价,实际上通过某种映射,将由  $n$  个指标组成的  $n$  维状态空间的点投影到 1 维空间,从而得到人们易于比较大小的纯量。但在投影过程中,或多或少会有信息损失。而聚类分析则直接研究  $n$  维空间中点与点之间的相似关系,将相似程度高(或距离小)的点归聚成



类,它避免了投影过程中的信息损失问题,但无法定量地比较类与类间的大小。因此,工作中应将此二种方法结合起来使用,才能得出更为客观和准确的结果(蔡庆华等,1992)。以 Fuzzy 聚类分析方法对基于这 3 项指标(Sd,TP,Chla)的营养状态进行聚类,结果与综合评价是一致的。

表 1 保安湖营养状态的综合评价结果

	Sd			TP			Chla			综合评价	
	(m)	TSI	TSI <sub>M</sub>	(mg/l)	TSI	TSI <sub>M</sub>	(ug/l)	TSI	TSI <sub>M</sub>	TSI	TSI <sub>M</sub>
主体湖	1.45	55	59	0.037	56	56	2.63	40	35	47	46
扁担塘	1.63	53	57	0.036	56	56	2.29	39	34	46	44
肖四海	0.90	62	67	0.055	62	61	8.02	51	47	56	55
桥墩湖	1.93	51	54	0.034	55	55	2.03	38	32	44	42
平 均	1.48	54	58	0.041	58	58	3.74	44	39	49	48

## 我国大陆蝴蝶资源的保护利用

朱鹏飞

刘宗波

(珠海白藤湖蝴蝶世界,斗门县 519125)

世界蝴蝶产业的开发利用,已近百年的历史,巴西、英国、日本、马来西亚、新加坡、泰国及我国的台湾等国家和地区已从蝴蝶产业中获得了巨大的经济效益和社会效益。蝴蝶标本及工艺品的贸易额逐年增加,仅台湾地区年贸易额就已接近 1 亿美元,目前我国大陆也开始从初级的爱好收藏转向实业开发。对此,合理、科学地保护利用蝴蝶资源,就成了一个重要的课题。

从国际范围来看,现美洲、台湾等地蝴蝶资源明显地出现了衰竭现象,主要是在资源开发过程当中,缺乏科学的指导和自然资源保护意识,滥采滥捕,盲目开发所造成的。我国大陆蝴蝶的主要产地云南、四川、福建、广东、浙江等地都开始了不同程度的开发利用,其中云南,在一定程度上也出现了资源衰竭的问题,如大理的蝴蝶泉边,蝴蝶的种类、数量都大大减少,几乎很少见到群蝶飞舞的自然美景。所以,虽然我国有丰富的蝶类资源,但如果进行产业化开发,则必须采用科学系统的方法有计划有步骤地进行开发、保护和利用。

### 1. 蝶类资源保护

1.1 建立自然保护区:我国从 1956 年开始,一些卓有远见的科学家提出了建立自然保护区的建议,林业部根据国务院的要求提出了《全国自然保护区划定草案》,至 1992 年底已建立了自然保护区 451 处,其中大部分保护区对蝶类资源的保护起到了重要作用,但也有待进一步完善蝶类资源调查、蝶类生物学、生态学研究等工作。

1.2 对濒临灭绝的珍稀蝶类进行系统的生物学、生态学、病理学、人工饲养等方面的基

基础研究。

1.3 建立蝶类资源保护研究基地。从蝶类资源调查、人工饲养及基础生理学、营养学等方面进行全面研究,进一步提出科学地利用蝶类资源的对策,并通过研究部门,对资源利用进行监督,以保证科学合理利用,防止资源衰竭。

1.4 通过建立蝴蝶资源开发利用基地进行全民知识普及教育,尤其是利用基地,对中小学生进行生物科学及教育,增进人们对蝴蝶资源的保护意识,把科研、科普、保护和开发利用结合起来。

## 2. 蝶类资源开发利用

2.1 蝶类生命周期一般很短,而且在自然界中的存活率往往很低,利用人工饲养的方法大量饲养蝶类,这样便可以在不破坏自然资源的情况下,提供大量的蝴蝶活体供观赏和标本制作。

2.2 部份蝶类数量繁多,色彩艳丽,可利用它们做成美妙的蝶翅画、蝴蝶包埋品等工艺品。

2.3 利用自然环境人工放养蝶类,是增加蝶只供应的有效措施,这方面的工作在云南、山西、浙江、广东等地都已开展起来,但仍需完善。

2.4 对国内研究、教学部门及蝶类爱好者已有的标本及工艺制品进行调查和协调经营管理,以保证科学地开发利用。

总之,我国丰富的蝶类资源及大批蝶类专家与爱好者所作的研究,为我们今后的开发利用提供了良好的基础。在蝶类资源开发利用的过程中,应把蝴蝶产业与研究保护结合起来,并借鉴国内外成功与失败的经验,使蝴蝶资源保护利用进入良性循环。

# 森林资源持续发展经营的基本理论

杨礼旦

(贵州省台江县山地开发办,台江 530002)

随着人口的增加和森林资源的重要性日益被人类所认识,森林资源持续发展经营就成为一个迫切需要解决的问题。

## 1. 森林资源持续发展经营的概念

森林资源持续发展经营是指森林资源经营过程中,以森林生态经济系统为基础,把森林资源的培育和利用有机结合,使森林资源经营能持续、稳定地供给人类社会所需求的环境资源、产品资源、产生最佳的生态、经济、社会效益。

森林资源持续发展经营具有以下几个方面的内涵:

生态方面:森林资源供给和生态环境响应一是森林生态系统保持良性循环,二是绝不能超过资源承载能力,三是供给人类社会发展所需求环境资源对森林资源的要求:

经济发展方面:应致力于森林资源优化配置,内部林业经济呈良性循环和预后效益良



好。

目标方面:一是森林资源经营能使森林资源具有持续稳定的生产能力和再生能力,二是持续稳定供给人类社会所需的环境资源产品资源,产生最佳的生态、经济、社会效益。

森林资源持续发展经营具有如下特征:

1.1 森林资源持续发展经营的特点:①森林的生产能力和再生产能力持续发展。②经营产出的经济效益具有持续、稳定性。③资源产品产出的多样性和持续性。④森林资源培育和森林资源利用有机结合。⑤决策的多样性和过程的导向性。

1.2 层次性:持续发展经营是一个由低层次向高层次升质性过程。

1.3 时间性:从总体上说,森林资源经营在时间上任一取值,森林生产能力和再生产能力是保持持续发展的。

1.4 多维性:持续发展是需求、生产能力、资源和效益的多维持续发展。

1.5 周期性:持续发展是一个周期更变性层次迁升,因此持续发展具有周期性。

2. 森林持续发展经营的理论:

2.1 持续发展的持续性机制(参见杨礼旦《森林生态经济系统演化机制与规律研究》略)。

2.2 持续发展经营的原理和原则:

原理包括:①生态经济力与生态经济关系相适应原理,②整体效应原理,③异质性效益原理,④生物多样性——再生产能力效应原理,⑤继承性效应原理,⑥森林资源利用必须保持生态经济功能指数稳定增长原理。

原则包括:①继承经营原则,②系统经营原则,③最大限度满足人类社会发展的生态需求、物质需求、精神需求原则,④周期阶段过程导向原则,⑤物质再生产和生态关系再生产统一原则,⑥森林培育第一性,森林资源利用第二性原则,⑦森林景观的异质镶嵌原则。

3. 持续发展经营的决策:

3.1 因子决策:指通过改变响应持续发展经营的自然因子、经济因子的决策方式。

3.2 树种决策:树种决策是指通过引进或抑制某一树种和合理布局树种结构的一种决策方式。

3.3 林种决策:是通过合理布局用材林、经济林、薪炭林的组成结构的一种决策方式。

3.4 林分决策:是通过合理布局总功林分、调控林分、经营林分的组成结构的一种决策方式。

3.5 景观决策:是通过适时因地改变景观结构、功能和动态的一种决策方式。

4. 持续发展经营的评价体系(略):

5. 持续发展经营的支持系统:

论文中详述了人口、社会环境、法律、林业经营管理机制等持续发展经营支持系统的作用。

6. 持续发展的经营模式:

持续发展的经营模式是循环林模式,所谓循环林模式就是保持森林生态系统的结构和功能持续、稳定循环的基础上循环利用森林资源产出适应人类社会进步的合理产品,发挥最大生态、经济效益的经营体系的森林经营模式。循环林经营模式一个最大的特点就是做到景观决策层次和林分决策层次的统一,并且效益的兼并持续、稳定、协调发展。循环林模式可分

为资源循环林模式和结构循环林模式两种。资源循环林模式是指在森林资源经营过程中,森林资源保持原有资源组成以及生态系统结构、功能持续、稳定循环的基础上合理、永续利用各种资源的经营模式。结构循环林模式是指在森林资源经营过程中,通过合理布局总功、调控、经营林分的空间和林龄结构,做到永续经营森林资源且最大限度地发挥效益的经营模式。

## 封山育林后东北天然次生林动态分析

何卫国

(东北林业大学森林植物生态学开放研究实验室, 哈尔滨 150040)

东北天然次生林,是在该地区作为地带性顶极群落的原生植被——红松阔叶林遭到长期破坏后逐渐形成的,面积占整个东北森林面积的50—70%。这种天然次生林的结构十分不稳定,在进一步受到人为因素和自然灾害的干扰破坏后,常会使这种天然次生林退化成为荒山荒地,甚至成为裸地。因此,研究天然次生林的演替动态,对于恢复森林十分重要。封山育林是一项有效的恢复措施。这种措施一般是针对采伐迹地、火烧迹地或弃耕农田等宜林地而采取的一种营林措施。一般说来,采伐迹地、火烧迹地或弃耕农田均属森林演替中的次生裸地,其中,尚存有大量的植物有性或无性繁殖体以及适于其它外来植物繁殖体迁入及定居的生态条件。若不进一步遭受干扰,特别是人类经济活动的干扰,上述采伐迹地、火烧迹地或弃耕农田通过森林的自然演替(进展演替),经过一定的时间间隔后,均具有成林,甚至恢复成地带性森林的可能。因此,封山育林的目的就在于通过人为的强制性封禁,有效地防止人类各种经济活动的干扰,保证森林的进展演替;同时,通过人为的有效育林措施,进一步促进森林的进展演替。

本文运用群落生态学的基本原理和方法,在大量野外调查并查阅大量有关国内外文献资料基础上,对封山育林后天然次生林动态规律从树种结构动态、径阶结构、格局分析、垂直结构、年龄结构、多样性分析等角度,对封育不同年限的群落,按阴、阳坡进行了研究和探讨。采用不同时间进行封山育林措施处理的天然次生林为其研究对象,运用先进的计算机建模技术,着重研究封山育林后天然次生林的结构与动态变化规律,它在理论上可丰富和发展植物群落生态学的动态理论,在实践上还可为确定合理、有效的森林经营对策,为加速退化森林植被的恢复与重建提供可靠的科学依据。本文在宾西林场封育天然次生林地区,按照封育年限、坡向,设置典型标准地(20×20m)18块,采用静态群落学调查和统计方法,调查不同封育年限的群落所处状态,以空间的一次性调查来弥补在时间上的不足。对调查数据进行整理、绘图、制表,并综合有关内容,编制Basic程序进行运算;然后对各树种和各种群的径阶结构、空间格局、年龄结构以及群落垂直结构及其数量特征进行了分析。

主要结果有:(1)对群落中种群的重要值和群落中乔木多样性的分析表明,随着封山育林时间的增长,阴坡山杨、椴树的重要值呈下降趋势,而色木、紫椴、春榆、水曲柳等阔叶权树



的重要值在增加;群落中乔木多样性指数随封育年限的增长而增长,从而再次表明本封山育林地段群落动态趋向,即群落向地带性植被——阔叶红松林方向发展。(2)随着封育时间的增长,先锋树种(如山杨、柞树、糠椴)占据主林层,控制着群落环境,但其更新不良,而耐荫树种(色木、柞木、水曲柳)更新良好,并开始在主林层有少量分布,属于进展种群。由于柞树特殊的生物、生态学特性,在群落中各层次具有正常频度曲线,由其组成的群落处于稳定状态。(3)对封山育林后的天然次生林的格局分析表明:山杨、糠椴在封育6年时,呈强聚集的负二项分布,随着封育时间增长,仍呈负二项分布,但同时向奈曼A趋近,格局仍呈集聚状态。色木也是由于在原来的伐根上萌生,也呈负二项分布,紫椴的空间格局为负二项分布。

## 试论我国生态农业建设及其发展对策

包晓斌

(北京林业大学,北京 100083)

近年来,生态农业的理论与实践研究在世界许多国家方兴未艾,并且呈现出广阔深入的态势。联合国分别在荷兰和巴西召开的农业与环境国际会议和环境与发展会议,提出了可持续发展战略,我国生态农业作为具有中国特色的持续农业模式,引起国际上广泛关注,成为世界农业持续发展的重要组成部分,并列入“21世纪议程”中。这充分证明了生态农业是当代世界农业发展的正确方向,也是适合我国国情与农情的实现农业现代化的发展道路。

### 1. 我国生态农业的内涵与特征

我国的生态农业是按照生态学和生态经济学原理,应用系统工程方法,把传统农业技术和现代化先进农业技术相结合,充分利用当地自然和社会资源优势,因地制宜地规划、设计和组织实施的综合农业体系。它以发展大农业为出发点,按照整体协调的原则,实行农林牧副渔业统筹规划,协调发展,促进农业生态系统物质、能量的多层次利用和良性循环,从而实现农业持续、稳定地发展。

生态农业的特征主要表现在它是以可更新资源为基础,与当地农业环境资源组合相适应的农业生态经济系统。整个系统立足于生态、生产和生活的统一,既充分合理利用资源发展生产,又能保护资源,使其得以永续利用。

### 2. 生态农业系统结构与功能

生态农业系统是自然再生产和经济再生产相融合的复合体。优化生态农业系统结构使农林牧副渔各业之间以及各业内部的结构更趋合理。生态农业系统功能表现在系统良性循环的基础上的高产出、高效率 and 较强的开放性。改变不合理的生态农业系统结构,达到巧用自然资源和生物种群间的关系,以提高系统生产力的结构控制,是提高系统功能最有效的途径。

### 3. 生态农业建设

#### 3.1 生态农业建设目标

生态农业建设在农业、农村经济以及整个国民经济结构调整和持续发展过程中发挥着重要作用,生态农业建设以经济增长,社会发展和保护生态环境为其综合目标。

### 3.2 生态农业的总体设计

生态农业设计的主要内容包括:生态农业的水平设计、立体设计、时间设计、食物链设计。通常总体设计程序是从一个设计区的水平设计开始,并按照水平、立体、时间、食物链这种一般流程进行。当然,也有可能由水平、立体、时间的某一结构或食物链的某一链环为起点,为断向外拓展。

### 3.3 生态农业建设的综合效益

生态农业使农业系统内部各种组分之间呈现协调关系,生态环境得到改善,建设项目体现出以短养长、长短结合的特征,优化了产业结构,经济效益显著。充分发挥了资源的潜力,提高了农业集约经营水平,获取了综合效益。

### 4. 我国生态农业的发展对策

4.1 将生态农业建设与发展“高产、优质、高效”农业、农业资源综合开发、农田水利建设、水土保持小流域综合治理、风蚀治理、农田林网和平原林业建设、农村能源开发、乡镇建设结合起来。要防止我国东部沿海地区农业萎缩;保证中部地区粮棉油有效供给的同时,促进经济与生态的发展;加强西部地区生态环境与贫困落后状态的改善,发展适合中国国情的集约持续农业。

4.2 调整生态农业系统内部结构,使之向多元化方向转变,建设“种、养、加”经济系统,提高农业资源开发的综合效益,增加系统的整体功能。

4.3 在整个生态农业系统调控过程中,要注重健全信息反馈体系,研究社会经济的变化趋势,并及时采取相应的调控措施。

4.4 多渠道筹集资金,实施科技兴农的战略,推行和运用现有的农业科技成果。应重点推广配方施肥体系,建立优良品种的繁殖体系和高效、低耗的栽培管理技术及农副产品深度加工技术。

4.5 深入开展典型示范区建设,加强生态农业县、生态农业村、生态农业户等生态农业典型示范区的综合规划与治理,力求能充分反映我国的经济、社会、生态状况及不同层次上生态农业发展的条件与特色。

## 鄱阳湖保护区鸟类资源及保护对策

刘运珍

(鄱阳湖自然保护区,江西永修吴城 330325)

江西鄱阳湖国家级自然保护区既是鹤类、鸬类、大鸨、天鹅、雁鸭等众多水禽的主要越冬地;又是家燕、白鹭、斑背大苇莺等夏候鸟的繁育地;同时又是候鸟南来北往的重要通道及食物补给地。这里的亚热带湿地生态系统保持完好,相对稳定。国内外专家盛赞鄱阳湖保护区



是“候鸟乐园”、“中国的一个大金库”，被列为“国际重要湿地”。

鄱阳湖保护区位于江西省北部，距南昌市 50 公里，距京九铁路 30 公里。保护区面积约 50 万亩，地跨永修、星子、新建三县。管理处设在永修县吴城镇，赣江和修河在此汇合而注入鄱阳湖。保护区的九个湖泊属河连湖的过水性的碟型浅水湖泊，核心区为大湖地和沙湖，试验区为蚌湖、大汉湖、中湖地、常湖池、朱市湖、象湖、梅西湖。这九个湖分布在赣江、修河的两侧，一镇二河九湖形成了保护区的“金三角”。

由于我国各级党和政府的高度重视及保护区卓有成效的管理，湿地环境不断优化，鸟的种类数量逐年增多。根据 1993 年统计，保护区鸟类记录是 17 目 54 科 300 种，国家一二级保护鸟类有 54 种，越冬候鸟 30 万只，夏候鸟达 35 万只。其中白鹤的数量达 2896 只。最近，国际鹤类基金会副会长吉姆先生再次来鄱阳湖考察后，十分高兴地致函联合国的专家写道：“世界自然保护事业没有鄱阳湖的参加，将大大逊色！”现在保护区的鸟比刚成立时种类增长了一倍，数量增长了七倍。鸟类的新记录有：遗鸥、白尾海雕、红胸黑雁、白、鹄、蓝翅八色鸫、灰斑鸫等 150 种。

为了将鄱阳湖保护区建设成为“国际湿地保护区示范点”，拟采取四大对策：

1. 抓好护鸟舆论宣传，提高全民生态意识。充分利用各种传播媒体，如报纸、电台、电视、展览会宣传图片等宣传爱鸟护鸟的意义。特别是每年的爱鸟周、宣传月、候鸟越冬期深入到沿湖各村庄进行针对性的宣传教育，内容是国家有关野生动物保护方面的法规，提高护鸟守法的自觉性。

2. 依靠党政支持，发挥联保会作用。保护区分属三个县管辖，当地县委县政府对保护区的一贯支持，他们将爱鸟护鸟作为党政的一项日常工作来抓，强化了保护区的管理。鄱阳湖保护区联合保护委员会每年都定期召开会议，委员由三个县的公安局、林业局、湖管局、相邻的乡镇和企事业单位的领导所组成。县官不如现管，这些领导一抓就灵。经常研究保护事宜，树立齐抓共管的新风尚。

3. 建立护鸟网络系统，依法查处偷猎案件。这是加强保护力度的重要一环，在加强保护站的建设的同时，成立武装巡逻队，在各村庄设立护鸟员，及时收集鸟情治安动态。对违法偷捕偷猎者，突击侦查，绳之以法，对护鸟有功的先进单位和个人给予表彰奖励，做到奖罚分明。

4. 搞好科学管理，拓宽致富之路。鄱阳湖湿地环境要保持二个水位，即夏淹冬露。①禁止围垦，让春夏洪水位 18—20 米，把湖周草地淹没在 100 天以上，使其不长灌木和乔木；②冬季禁止竭泽而渔。在白鹤聚群时湖心水位不得少于 40 厘米。使候鸟有觅食和栖息场所，同时要利用当地自然资源，探索合理利用途径，安排好当地群众的生产和生活，防止一放就乱，一抓就死。保护区还要开展观光旅游，为国家积累资金，增加自身的经济收入，使保护区越办越好。

# 霍林河大型露天煤矿环境综合整治与生态恢复

李培军 孙铁珩 杨桂芬 叶 畅 郭治兴

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

张奎鳌 王 冲 李文杰 吴云峰 巴特尔

(内蒙古霍林河矿务局)

大型露天煤矿开采造成的大规模生态环境影响与破坏,在中国乃至世界均为一个十分严重且日益受到重视的问题,环境污染及原有生态系统的改变有可能导致区域性生态环境质量的恶化。值得注意的是,我国大部分大型露天矿区位于北方半干旱农牧交错区或草原牧区,其生态系统具有脆弱性,一旦遭到破坏,恢复和重建将十分困难。

大型露天矿区生态环境整治与生态恢复,以恢复生态学作为其理论基础,这一理论在恢复与重建因自然突变与人类活动而遭受破坏的生态系统方面正发挥着越来越重要的作用,其内容包括矿区开发过程中污染物最小量化、无害化、资源化理论,生态恢复与重建理论,生态恢复的生态工程与生态技术等,对于生态脆弱地区露天矿区的环境整治具有尤为重要的意义。

霍林河露天煤矿位于内蒙古东部哲里木盟境内,是我国已开发的五大煤炭基地之一。1997年已形成1000万吨/yr生产能力,九五期间将扩大至2000万吨/yr规模,在矿区已形成有6万人口的霍林郭勒市。

矿区开发对生态环境已带来明显影响,矿区生产及生活用地达2508ha,另有1020ha受到不同程度影响,每年剥离土石1200万 $\text{m}^3$ ,市区日排污水1.1万 $\text{m}^3$ ,对其下游地面水系构成较大威胁。由于原有的草原生态系统对环境冲击的缓冲能力极弱,矿区开发在一定程度上加速了该地区沙化、旱化、盐渍化进程。

本项研究在对矿区环境污染、生态景观破坏及生态系统结构与功能改变研究的基础上,提出了在半干旱草原区建设林-草-矿三位一体生态区的学术思想,这一思想以矿区综合防护林体系建设为骨干,以城市污水和城市固体废物无害化、资源化利用为基础,以工业污染源治理与环境配套建设为保障,在矿区建设包括森林生态系统、草原生态系统、城市生态系统、农田生态系统、水生生态系统在内的新型复合人工生态系统,通过对社会、自然、经济生态亚系统关系的协调,以保证其对周围环境的适应性与稳定性。

1. 根据矿区开发的进程与影响,开展了高位排土场,浅层排土场,沙化防治、建筑用地、盐渍化防治等类型土地复垦与生态恢复研究,实验区总面积30ha,筛选出落叶松、樟子松、沙棘、怪柳等优选品种,均具有良好的经济效益与环境效益。

2. 以城市污水土地处理为中心,开展了城市污水、污水污泥和城市垃圾无害化、资源化研究,建成了森林型慢速渗滤土地处理系统,该系统以一级沉淀为预处理系统,以污水库为



缓冲贮存系统,以森林为主处理系统,污水库面积 67ha,主处理系统面积 880ha,日处理生活污水 1.1 万 m<sup>3</sup>,再生水产生率为零,有效地保证了下游地面水系的水质。

3. 合理规划利用矿区土地和煤矿疏干水资源,在霍林河两岸地区建设农牧业生产基地,矿区蔬菜自给率已达 50%。

当前,矿区森林总面积已超过 1600ha,污染物排放得到有效地控制,新型复合人工生态系统已形成,为矿区的持续健康发展提供了有效的保证。

## 协调生态经济,实施持续发展依靠科技开发治理山江湖

吴国琛

(江西省山江湖开发治理委员会办公室,南昌 330046)

本文较全面、系统地总结了江西省山江湖开发治理十年来在可持续发展理论指导下,运用生态学方法和生态工程技术在江西山江湖区域进行综合开发所取得的成就与经验。山江湖开发治理工程 94 年被纳入中国 21 世纪议程优先项目计划,引起国内外瞩目。

山江湖是位于江西省境内的我国最大淡水湖——鄱阳湖和流入该湖的赣、抚、信、饶、修五条江河及其流域的简称。以五条江河为纽带,联接上游山区与下游湖区,彼此相连,息息相关,构成一个互为依托的大流域生态经济系统。山江湖区域面积占江西国土 97.2%。由于历史原因,该区域资源优势远未发挥,而生态环境恶化,制约了江西经济发展。为走出困境,振兴江西,造福子孙后代,85 年成立了江西山江湖开发治理委员会,由省长挂帅,调集全省科技力量,发动广大群众,着手实施“治湖必须治江,治江必须治山,治山必须治穷”的战略,立足生态,着眼经济,扎扎实实地进行着山江湖开发治理这一跨世纪的伟大工程。

十年来,山江湖工程采取“软硬兼施,虚实并举,内聚外引,典型引路,系统推进”的工作方法,应用生物技术与工程措施,边考察研究,边开展不同模式的开发治理试验示范,先后建立了 9 大类 20 个试验示范基地及 100 余个推广点和 95 个三高农业、资源开发商品基地和乡镇企业,有效地保护了生物多样性,促使资源合理、有序、持续地利用,为我省大规模经济建设、资源综合利用与生态建设、环境保护提供了经验和样板。

这些基地中有被国内外专家誉为“希望之光”的赣南山区小流域综合治理的龙回经验;有创造“丘上林草丘间塘,河谷滩地果与粮,畜牧水产相促进,加工流通更兴旺”的红壤丘陵综合开发的千烟洲模式和“顶林、腰果、谷粮、塘鱼”的刘家站经验;有在血吸虫病疫区以水利灭螺为主,渔、牧、果、沼配套,治虫与治穷相结合的官田湖模式;有在平原农区建设农林复合生态系统,促进粮食生产持续增长的杜市模式;有以治沙为本,林草先行,林果牧结合,综合治理沙荒土地的厚田和岗上经验;有以果为主,果、牧、加结合,高标准建园的德安园艺场等经验。这些试点与推广点共植树造林、绿化荒山、建果园 3.8 万公顷,改造中低产田 53 万公顷、治理沙荒、开发水面 2486 公顷,年饲养家畜 4.26 万头,家禽 46.9 万羽,森林覆盖率达 54.6%。创年产值约 6 亿元,年利税达 6960 万元,为 5.39 万个农村剩余劳力找到了就业机

会,劳均收入达2300元。取得了显著的生态、经济、社会效益。几年来,已有联合国、欧盟、日、德、美、加、澳、荷、以、英等10多个国家和国际组织的官员和学者前来交流访问。联合国、欧盟、以、德、荷、日等国家和组织已经和正在与我们合作开发治理山江湖。京九铁路正从山江湖腹地纵穿而过,给山江湖工程的发展带来契机和活力。江西将从山江湖走向世界。

## 中国人口生态刍议

戴申生 王大齐\*

(黄河水资源保护研究所)

我国改革开放15年以来,经济发展较快。然而由于人口的大量增长,在很大程度上抵消了经济发展所取得的成果。如1990年我国粮食总产量达4.2亿吨,创历史最高水平,而人均占有量只有370kg,低于1984年人均占有量400kg的水平,这与世界发达国家人均占有量相差甚远。又如安徽省1992年国民生产总值和工农业生产总值分别比1978年增长2.25倍和3.38倍,然而这两种产值的人均增长分别只有0.82和1.74倍。由此可见,人口过速增长对国民经济发展的负效应。

计划生育是我国现行的国策。它不只是在我国实行,而且许多人口增长过速的国家也在实行,只是内容、措施不同而已。非洲一些人口增长过速的国家,一方面人口膨胀,生态恶化,另一方面有贫穷化的趋势。这两者的相互影响使人口过速增长的后果更为严重。被动与主动采纳计划生育政策,其效果是不一样的,假如我国早日主动采纳陶行知先生在三十年代、马寅初先生在五十年代初提出的计划生育主张,那么我国人口形势不会这样严峻。当然懊悔是没有用的,只有吸取教训,积极想办法补救才是我们的责任。

每对夫妇生一个小孩的独生子女措施,能减缓我国人口增长的趋势,无疑是正确的。但在执行独生子女政策过程中也产生一些问题:①独生子女父母、祖父母辈存在娇惯孩子、望子女成龙,对子女期望值过高的现象;而独生子女由于在小家庭内缺少玩伴,容易养成不合群的心理,同时自理能力差,不利于儿童健康成长。②城市执行严格,农村多胎现象多,造成生活水平高、教育条件好的地方孩子少;生活水平差、教育条件差的地方孩子多,不利于提高整个民族的文化素质。③在重男轻女传统意识下,追求生男孩,造成男女孩比例失调;另一方面,像超生游击队那样,女孩生了一个又一个,不生男孩不罢休,造成多胎现象。④整个社会老龄化,劳动人口负担加重。按独生子女计,二十五年为一代,则一位二十五岁青年,上有两位五十岁父母和四位七十五岁之祖父母,如此三位六十岁以下在岗人员要奉养至少四位老人。推广整个社会,人口只占42.9%的在岗人员需奉养人口占57.2%的老人,这将严重减缓社会的发展。

据安徽省无为县1989年统计,一孩率为50.1%,二孩率为32.3%,多孩率为17.6%。



能否设想允许每对夫妇生育二个孩子,头胎不管其生男生女,二胎则要保证与头胎性别不同,头、二胎生产时间要间隔四年以上,这一点在现代医疗技术下是很容易实现的,这样就能大体上保证每对夫妇有一个男孩和一个女孩,整个男女孩比例就不会失调。至于多胎则要严格禁止,这意味着将目前存在的多胎匀给一胎夫妇,而每对夫妇二孩的人口增长速度不会快多少,并且会使孩子受教育状况、重男轻女传统意识以及社会老化等均会得到缓解,这是我国人口生态方面值得研究的课题。当然,人口生态是一个极其复杂的问题,如允许每对夫妇生二孩,双胞胎怎么办,离婚夫妇怎么办,不能生男孩或女孩又怎么办,这些问题均要仔细考虑。然而,只要定了每对夫妇允许有一个男孩和一个女孩的原则,这些问题是不难解决的。

希望“允许每对夫妇生一个男孩和一个女孩”的设想,能引起国内外人口生态专家的关注,大家多方面地进行探讨,搞清楚这一设想的利弊,使之能更好地促进我国人口生态的良性循环,提高整个民族的文化素质和精神文明。

## 论持续发展帐户体系

赵景柱

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100080)

世界各国目前几乎都在采用“国民生产总值”(Gross National Product,简记为 GNP)这一指标来表征其社会经济的发展程度或状况。所谓的国民经济生产总值是指一个国家全年生产的产品和劳务按市价计算的总值。但是,现在人们越来越认识到,GNP 不能准确地、全面地反映社会经济发展的所有特征。60 年以来,GNP 遇到了越来越多和越来越严峻的挑战,尤其是来自环境科学界的挑战。所以,很多学者都试图对 GNP 进行修改或替代,以便能够真正地度量和反映社会经济的发展状况。

GNP 指标的不足之处主要在于如下几个方面:第一,GNP 并未包括所有的能够为人们带来福利的因素,它只局限于货币化的经济活动,而未计入难以或不能量化的经济活动;第二,GNP 未计入经济活动的外部效应,而这些外部(如环境污染等)直接或间接地影响着人们的福利水平;第三,GNP 只计入人造资产的折旧或贬值,而未计入资源环境资产的折旧或贬值;第四,GNP 不加区别地计入各种经济活动,而某些经济活动(如工业生产与保健或军备)从福利的角度看具有完全不同的性质;第五,GNP 并未反映收入分配的结构,而收入分配结构从某一侧面反映了社会福利的状况;第六,GNP 记录的只是现阶段的情况,但未反映出对人们未来福利的影响或潜在影响。

显然,GNP 指标存在的这些不足之处在于它未能反映持续发展的科学内涵。所谓的持续发展是既能满足当代人的需求又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展。所以,尽管人们从一些不同的角度对 GNP 指标进行修改,但都未取得非常满意的结果。目前,对 GNP 指标进行改进和工作主要集中于资源环境领域,即在 GNP 中考虑资源环境因素或建立资源帐户体系等。但这些工作仍然存在一些理论和方法及实际问题。首先是很多资源环

境因素难以经济量化,而且某些资源环境因素的量化方法是“非市场化”的方法,它与一般商品的“市场化”方法具有不同的性质,将这两种方法下得到的结果加以比较是不够合理的;其次,某些资源环境因素对整个生态系统功能的影响不是线性或均匀的,而是非线性的,尤其是在临界值或阈限附近更是如此;再次,从社会福利的角度看,既然在 GNP 中要加入资源环境因素,那么也应该在 GNP 中考虑公平性和参与程度等因素;最后一个问题是,人们至今也未找到单一的指标来反映福利或持续发展水平。

上述这些问题告诉我们,应该从其它的途径寻求解决问题的办法,这就是持续发展帐户体系。持续发展帐户体系是建立在持续发展原则基础之上,由某些指标组成的指标体系,它既含有定量指标,也含有定性指标,这些指标再经过变换后,使其具有相同的量纲或无量纲,最后再加以处理得到综合指标来反映持续发展的水平。这一研究具有重要的理论和实际意义,它将成为持续发展研究领域的一个重要方向。

## 人类生态位的扩充与可持续发展

朱春全

(中国林科院林业可持续发展研究中心,北京 100091)

人口增长是人类面临的最严重问题。世界人口已经从 1950 年的 25.2 亿增长到 1993 年的 55.7 亿,并且预测到 2050 年世界人口将达到近 100 亿。人口的剧增和人类影响环境能力的不断增强,使资源和环境问题变得越来越突出。人类活动所造成的各种环境问题,已经威胁到地球生命支持系统的可持续性。生态学的研究虽然取得了巨大的成就,但是,目前的研究成果还不足以解决人类所面临的各种问题、摆脱生物圈所面临的困境。世界人口数量的剧增、森林减少、水资源匮乏、环境污染加剧、耕地减少、能源紧张、粮食短缺、贫富差距的加大、物种减少、灾害频繁、全球气候变化等等,并没有随着现代文明的发展而消除,相反,这些问题变得日益尖锐和复杂。生命系统在不断地变化着而且对环境产生越来越显著的影响,并制约着人类的进步与发展,使环境与发展问题成为当今国际社会普遍关注的中心议题,同时,也给生态学的发展带来了新的挑战 and 机遇。本文应用生态位态势理论和扩充假说,论述了人类生态位扩充的主要表现,探讨了人类生态位扩充对生物圈可持续性的影响、可持续发展与容纳量的关系和实现可持续发展的途径。

人类社会在生物圈中的发展状态和对环境的影响或支配能力(即态和势)相对于其它生物种类态和势的提高称为人类生态位的扩充。人类生态位的扩充比以往任何时候都迅速,主要表现在:人口态势的提高;资源消耗量和消耗速率增加;人类占据和影响的空间范围不断扩大;人类对环境的影响和支配能力愈来愈强;人类认识领域不断扩展、科学和技术水平不断提高等。而人类生态位的扩充对环境产生了双重影响,即一方面人类社会的发展必然以消耗其它生物与环境资源为代价,造成环境的退化;另一方面,人类在不断扩充其本身的生态位的同时主动地扩充环境资源的“容纳量”,并不总是被动地受“容纳量”的限制。“容纳量”不



是常数,而是一个变量,人类环境资源的容纳量与自然环境资源、人类对环境资源的影响、科学技术水平、人口数量和质量、人均资源消费量、农业生产的效率、环境资源利用的效率以及资源和财富分配的合理性等密切相关。而且科学技术的发展对容纳量的影响越来越显著。人类生态位的扩充对生物圈造成了前所未有的不利的影响,威胁到了生物圈的可持续性。可持续发展的核心是人类社会的可持续发展,应当通过极大地促进科学技术的发展,合理调控人类生态位扩充的速度,尽量减少对环境的不利影响,促进生物圈容纳量不断提高来实现可持续发展。

## 海南岛热带林业持续发展所面临的生态问题

周光益

(中国林业科学研究院热带林业研究所,广州 510520)

当今世界正向一个新的经济时代过渡,与之相适应的经济发展模式就是持续发展模式。持续发展是在供需平衡条件下的连续、稳步、协调的发展,它涉及到自然资源、人口和粮食、生态环境与社会经济发展诸多领域和部门,因而获得了世界各国普遍关注和认可。

林业是多层次、多结构、多功能、多效益的综合产业,是由生物系统和环境系统所组成的网络结构。林业生态系统是由组成林业的各部分之间、以及它们与环境之间所固有的物质和经济联系,互相影响,互为条件,进行能量流动、物质循环和信息传递,并且具有一定结构的特定功能总体。林业持续发展的原则是:要求把森林的保护、管理和可持续开发与林业生产、消费、再循环和森林产品最终处置等各方面之间的关系作出协调的、可持续发展的安排;要求在考虑森林生态效益的同时,更多地考虑森林经济效益和社会效益的持续性。

海南岛位于南海北部,面积约 3.4 万  $\text{km}^2$ ,占全国热带面积(8 万  $\text{km}^2$ )的 42.4%。要实现全岛热带林业的持续发展,将面临如下一些主要生态问题需要解决。

1. 人口、社会生态问题:(1)人口增长的压力。海南省少数民族占总人口(656 万)的 17%,其中黎族占 15.5%,主要分布在山区,林业是他们的主要经济收入。因种种原因,少数民族人口增长率超过平均人口增长率,人口增长,势必加速对热带林资源的消耗和破坏,对林业的持续发展是个不利因素。(2)文化教育问题。山区的文化教育水平差,经济也很落后,当地人们(尤其是少数民族)只注重眼前的短期经济效益,缺乏环境保护等方面的生态意识,持续发展观念淡薄。

2. 自然灾害:影响海南热带林业持续发展的主要自然灾害为(1)热带气旋(台风和热带风暴),它不仅直接对林木产生机械损伤,而且易引起水土流失等;(2)洪旱灾害,由于水分分配极不均匀,加上暴雨、干热风等自然因素以及热带林的人为破坏,使得海南的洪旱灾害频繁发生,影响林果产量;(3)风沙,海南有 1370km 的海岸线,其中沙岸 791km,沙地面积约 110 万亩。

3. 森林资源锐减和生物多样性下降:海南的热带天然林覆盖率从 30 年代的 50%到现

今的 8.7%，营造的人工林结构和功能远不如天然林，森林资源明显减少，森林质量和生物多样性显著下降，不少物种已经或濒临灭绝。全岛受保护及濒危的动、植物分别有 102 和 176 种。

4. 生态环境恶化：热带林生态系统精致而脆弱，一旦破坏，将难以恢复。过去几十年对热带林不合理的经营和开发，使热带林破坏严重，产生一系列的生态后果，物种灭绝、气候恶化、水循环失调、旱涝濒生、土壤流失和侵蚀加剧、沙化扩大以及土地退化等，使林业生产环境变劣，尤其是土地的退化使热带林恢复难度加大。

5. 林业生物系统的结构不合理：海南热带林以生产珍贵的热带木材著称，在 800 种乔木树种中，有 458 种被列为国家商品材，85 种为名贵高级木材。但在营造的 71.02 万 ha 人工林中，主要是桉树（占 41.8%）、松类和木麻黄等，用热带乡土珍贵树种营造和硬阔叶林却几乎没有。

因此，要面对这些问题，采取合理的对策和措施如加强教育、控制人口增长、合理布局林种结构、加速建设沿海防护林体系、加强热带天然林的保护、在建设速生丰产林的同时加大力度对热带乡土珍贵用材树种的研究和开发、切实进行退化地的植被恢复工作、充分开发和利用各种热带林资源，发挥热带林的生态、经济和社会效益，逐步实现热带林业的持续发展。

## 世界森林可持续发展研究进展

蒋有绪

（中国林业科学研究院森林生态环境研究所，北京 100091）

森林作为对全球变化最有影响的陆地生态系统组成部分和对人类提供不可代替的木材及林产品资源，它的可持续发展对人类社会的可持续发展有重大意义。由此，森林可持续发展的国际活动先于其他领域持续发展自 1993 年起活跃起来。这个领域活动在两个方面展开。一是森林大国自身的森林可持续经营的研究和实验，二是国际间的可持续经营的标准与指标体系的研讨和建立。前者可以美国、加拿大等国的“森林生态系统管理”为基础的可持续经营实施，它涉及资源管理原则和技术，林区资源保护和更新（包括动植物资源）、资源合理利用（全树、全林利用）、木材工业的高效和清洁化等一系列内容，涉及林业活动的各个方面，可谓是林业经营的根本改革。可持续林业经营的提法与森林可持续发展的涵义不完全相同，术语的用处也不相同，前者常用于具体的可持续经营科学技术，后者则用于森林可持续发展的目标和总体性而言。国际目前在森林可持续发展的活动首先着眼于可持续森林经营的标准与指标体系。没有评判的标准与指标体系则谈不上进一步的实施，各主要林业大国已初步提出标准与指标体系，一些国家集团和国际组织也正在研讨，目前已有赫尔辛基活动（代表欧洲联盟）、世界热带木材组织、蒙特列尔活动三大文本在起草，分别代表欧洲国家、热带国家、北方和温带森林国家，联合国粮农组织则立志于协调各进程，以建立全球性的标准与指标体系，中国则参加了北方与温带森林的活动，但也与热带国家活动有联系。目前的可持续



森林经营的标准与指标涉及 7 个方面,即生物多样性保护、保持森林生态系统的生产力,保持森林生态系统的健康与活力、保护和保持土壤和水资源、保护森林对全球碳循环的贡献、保持和加强长期的社会经济目标的利益,有利于森林可持续经营的法规、法律、政策和科研体系。各文本可以说大同小异,但具体特点,而且都只能说,提出了应当提出的标准与指标(含可能的指标)内容,但距离量化的可操作的地步甚远。其工作性质复杂,争论不已,任重而道远。

## 国际科联环境问题科学委员会与人类持续发展的生态学

薛元立 陈玉平

(中国生态学会,北京 100080)

国际科联环境问题科学委员会(SCOPE)是由国际科联(ICSU)1969 建立的一个旨在探讨人类活动与环境的相互关系,帮助学术界辨识全球环境变化有重大影响的科学问题,对未来的研究方向提供战略性意见,并通过各种信息和知识传播去影响对世界有重要意义的决策过程的学术团体。生态学作为环境科学的理论基础,一直是 SCOPE 各研究项目的核心议题。1991 年美国生态学会提出的生物多样性、全球变化和可持续发展的三大生态学研究方向,同年年底就被 SCOPE 接受并成为其 5 个学科组(clusters):生物地化循环(俄国的 A. Ryaboshapko 负责)、全球变化(捷克的 B. Moldan 负责)、可持续能力(美国的 J. Lubchenco 负责)、生物多样性与生态系统(美国的 J. M. Melillo 负责)、健康与生态毒理学(比利时的 P. Bourdeau 负责)中三个主要学组的研究方向。而生物地化循环及健康与生态毒理学恰恰是微观生态学研究的前沿议题。各专题的负责人大多是著名生态学家。从某种意度上说,SCOPE 的学术动向代表和反映了国际生态学的前沿方向。从正在进行的项目看,可持续发展能力部分有 4 个:经济与环境、可持续发展的指标体系、半干旱及半湿润地区可持续的土地利用管理、可持续的生物圈计划;生物地化循环部分有 3 个:氮的传输与转换、核试验的放射性污染、地下水污染;全球变化部分有 1 个:地球表层过程;生物多样性与生态系统有 2 个:林草系统动力学、生态工程;健康与生态毒理学部分有 2 个:汞循环、化学品的安全性评估方法。

从今年五月在东京举行的第九届 SCOPE 代表大会的活动情况看,由于与污染物的迁移转化规律有关的微观项目一直是 SCOPE 成立 26 年来的传统项目,且多数已结束或行将结束,其学术气氛不如新兴的可持续能力、生物多样性与生态系统两个与人类活动密切相关的项目组活跃。全球变化组由于有 IGBP 等其它国际组织牵头,在 SCOPE 内也不占主导地位。大会收到的 9 个新的项目建议中就有 7 个属于可持续发展及生物多样性与生态系统两大组的。可以说,受 92 年巴西环境与发展会议的影响,面对全球问题的挑战,SCOPE 的注意力正从对分散、孤立、微观的环境因子的研究转向更综合、更宏观,更强调生态系统的作用机理,强调人的内在作用的方向转变。人类活动的生态学正成为 SCOPE 研究的主导方向。

我国参加 SCOPE 活动较晚,但自 1988 年正式加入以来,我国科学家以积极认真的态度参加,受到 SCOPE 的好评。尤其是中国科学家在可持续发展、生态工程、生态经济、生态毒理等领域的工作受到各国同行的赞誉,主动补邀中国科学家参与正在进行一些项目,并与中国代表一起联合申请新项目。

联合国秘书长助理、联合国环境规划署(UNEP)副秘书长 R. Olembo 先生在东京会议的闭幕词中指出,SCOPE 的工作应从纯自然科学走向包括社会、经济科学在内的多学科的综合研究,从以环境和生态评价为目标走向以可持续发展能力建设为目标,从单纯的学苑研究走向与产业界以及民众的日常活动相结合,将物理环境问题与人体及人类生态系统的健康相结合。这不仅是环境科学也是生态科学未来发展的必然趋势。





## 五、生态农业理论与生态 工程技术



正 王 主 公 三 子 之 墓 誌 銘

## (一) 农业生态学

# 黄淮海平原高产田群体结构参数

董振国

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

自 1990 年来, 黄淮海平原不断涌现出大面积高产农田(吨粮田)。对高产农田而言, 水肥条件已基本满足, 合理的群体结构就成为创高产的重要条件。

### 1. 研究方法

我们于 1990 年至 1994 年在山东平原农业开发试验区观测了高产冬小麦和夏玉米田的群体结构。观测项目主要有: 叶倾角、叶方位角、生育期、群体密度、群体叶面积、叶日积(LAD)和产量构成等。

### 2. 研究结果

作物群体结构性状主要包括 3 方面, 即群体数量性状、群体几何性状和群体空间散布性状。

#### 2.1 叶倾角对叶层光能截获量的影响

叶面积指数相同的作物群体, 当叶倾角不同时, 叶层光能截获量不同。黄淮海平原的高产玉米可采用紧凑型和平展型玉米品种, 紧凑型玉米品种的叶倾角大于  $65^\circ$ , 平展型玉米品种的叶倾角小于  $50^\circ$ 。观测表明, 当群体叶面积指数为 4.0 时, 平展型玉米可吸收入射光合有效辐射(PAR)的 95%, 叶面积继续增大, 叶层光能吸收率不再增加; 而紧凑型玉米的吸收率只有 80.0%, 叶面积为 5.0 时, 吸收率上升到 90%, 叶面积为 6.0 时, 吸收率上升到 95%。由于紧凑型和平展型玉米品种的叶倾角不同, 当叶层光能吸收率相同时, 群体叶面积指数不同, 种植密度也应不同。

#### 2.2 不同栽培技术麦田群体结构参数

黄淮海平原的高产麦田可采用 3 种不同的栽培方式: 精播高产栽培、传统高产栽培和晚播独秆栽培。精播高产栽培适于水肥条件好又能适时播种的麦田; 传统高产栽培适于有水浇条件, 冬前有一个以上分蘖的麦田; 晚播独秆麦田是指由于播种过晚, 冬前无分蘖的麦田。不同栽培技术麦田的播种期, 播种量和水肥管理不同, 群体结构参数也不同。

冬小麦群体结构参数可用基本苗、冬前最大茎数、春季最大茎数、穗数、群体最大叶面积、全生育期叶日积、叶日积比和产量构成表示。精播、传统和独秆麦田的基本苗分别是 120—150 万/ha、370—450 万/ha 和大于 600 万/ha; 冬前最大茎数分别是 900—1100 万/ha、1200—1400 万/ha 和大于 600 万/ha; 春季最大茎数分别是小于 1200 万/ha、1500—1800 万/ha 和 1800—2200 万/ha; 穗数分别是 380—450 万/ha、600—675 万/ha 和 670—750 万/ha。群体最大叶面积指数, 精播、高产和传统麦田分别是 6.5、7.0 和 6.5。全生育期叶日积, 精播栽培麦田是 400—420, 传统栽培麦田是 380—420, 独秆栽培麦田是 350—



400。

小麦开花前，叶片的光合产物主要用于自身生长；开花后叶片的光合产物则主要用于籽粒形成。精播高产麦田的群体叶面积动态变化合理，灌浆期叶面积大，小麦开花前、后的叶日积比是1:0.89。传统栽培麦田的群体密度过大，灌浆期群体叶面积下降过快，开花前、后叶日积比是1:0.73。晚播独秆麦田冬前无分蘖，开花前群体叶面积小，开花前、后叶日积比是1:0.90。

## 林粮间作立体经营是平原地区发展林业的好途径

许绍惠

(沈阳农业大学林学院, 沈阳 110161)

辽宁省新民市柳绕地区素有杨树故乡之称，有杨树林3.9万公顷，其中杨树天然次生林占33%以上。但由于自然历史等原因，林相极不整齐，分布不均，树令衰老，材质低劣，每公顷蓄积量仅有15~30m<sup>3</sup>，土地利用率极低，防风固沙作用有限。为合理开发利用这些资源，大力发展杨树速生丰产林，在60~70年代营造的杨树人工速生丰产林栽植密度过大（株行距1.5m×3.0m）不能进行林粮间作。同时发现，大面积皆伐更新改造杨树天然次生林对防风 and 保持水土极为不利。因此，我们依据森林生态学和生态经济学的基本原理，结合当地气候与土壤的特点，以及杨树的生态特性和林业生产实际，提出带状更新改造次生林与人工低产林，实现在保护环境（改善小气候，防止风沙侵蚀与河水冲刷土壤等）的前提下，采用综合技术措施，发展林粮间作，进行立体林业经营，提高土地利用率，增加经济效益，走生态林业发展道路。

十几年实践证明，这一措施收到极为显著的生态效益、经济效益和社会效益。目前，在新民柳绕地区的国营林场和大部分乡镇已有7626公顷实施带状更新改造，其中林粮间作面积达5333公顷。发展林粮间作立体经营模式主要是对杨树次生林和人工低产林实行统一的带状规划，分期实施更新改造。在此基础上实现高（大树）矮（幼林）交错，不同树种（如樟子松与杨树）混交，或不同杨树品种混交。同时在同一林地上实行林瓜（西瓜）、林粮（大豆、玉米、高粱、花生等）、林药（草决明、板兰根、甘草等）间作，实行林粮间作立体经营。

实施带状改造有利于防风和防止水土流失，减少沙蚀19.9%~40.3%，改善了小气候，减小昼夜温差7.0%~19.4%，在3~5月份增加相对湿度19.2%。实行林粮间作立体经营，提高土地利用率，增加了经济效益。在一年生林地上间种西瓜，每公顷产39500公斤，纯收入为3750.00元，在2~4年生林地上间种大豆或玉米，每公顷产大豆1500公斤，纯收入1200.00元，或每公顷产玉米4500~5000公斤，纯收入1350.00~1462.50元。此外，林场由于实行林粮间作，每年收地租70万元左右，同时还可节省人工费180.00~200.00万元。由林粮间作还促进了1~2年生幼树的生长，一般树高可增长13.3%~12.7%，地径增

加 11.7%~12.8%。在林粮间作后还可间种牧草作绿肥,以紫花苜蓿为宜,可增加土壤中的有机质和速效性氮,提高了土壤肥力,促进了 6~7 年生幼林的生长,材积可增加 28.8% 左右。

为确保林粮间作立体经营模式的成功,必须采用综合技术措施,在实施带状改造时,实行大行距一次定植,更换良种。在施足底肥前提下,对 1~3 年生杨树幼林可不追肥,而在杨树进入速生初期阶段(4~6 年生)每株追尿素 0.25 千克,同时重视幼林抚育管理,对 1~4 年生间作幼林每年抚育 3~4 次,对 5~8 年生以上林地每年进行机械抚育 1~2 次。在秋末冬初还要进行一次深耙,将枯枝落叶埋入土中,既增加有机质又可松土保墒,同时还要采取综合防治技术控制病虫害的发生。

总之,在十几年的柳绕地区杨树低产林改造工程中,充分证明了在平原风沙地区开展林业生态工程建设,实行林粮间作立体经营模式,走生态林业发展道路是确保平原地区林业高产、稳产、持续发展的良好途径。

## 池杉—水稻立体农业效益和水稻产量米质的研究<sup>①</sup>

黄兆祥

(南昌大学生物科学工程系, 南昌 330047)

本文从生态学的个体、群落及生态系统水平对江南平原池杉—水稻农林生态系统进行了研究,通过研究对系统中池杉的生长特性、环境生态效应、系统的气候生态效应、植物群落的生物量及部分营养元素的循环流动规律有了系统的认识,为江南平原池杉—水稻这一具有中国特色的立体农业模式的进一步完善、经营管理及推广普及提供科学依据。

1. 系统中池杉的生长特性及环境生态效应的研究表明:池杉具有冠幅小、根幅较小且在田埂上呈椭圆状,耐湿但又怕长期浸水的特点,在生产上应适当地加宽田埂或在田埂一侧开沟,以便于排水透气。同时也启示我们寻找经济价值更大且具备冠幅小、透光度大、根幅小、根系深、耐水湿等特点的树种,以便在田埂栽植。

2. 气候生态效应的研究表明,水稻—池杉系统较单一农田系统具有一定的优越性,它能降低风速,调节气温和土温,提高农田的空气湿度、抗御灾害性天气方面效果显著。

3. 林网协地的遮荫效应研究表明,池杉东西向栽植,在林带边缘始终存在一条 1~2 米的阴影带,对水稻的产量有一定的影响。南北向栽植,在林带边缘不存在一条阴影带,对水稻基本没影响。

4. 植物群落的生物量及系统中营养元素循环的研究表明,池杉—水稻系统提高了对农业资源(上层空间和下层地力)的利用,由于人为的影响,使系统中的 N、P、K 三大营养元素均发生亏损,故应增加系统的养分输入,施肥时还应注意 N、P、K 的合理配置,施肥

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目



基准应为: N221.47kg/ha, P54.192kg/ha, K104.078kg/ha。

综上所述,江南平原池杉—水稻系统是我国继北方桐农间作之后又一成功的农林复合模式,据当地农民反映,它不仅具有显著的生态效益,而且具有较高的经济效益和良好的社会效益,可在江南平原稻区大面积推广。

## 论农田土壤养分的三种富集形式

陈士平

(辽宁省农业科学院,沈阳 110161)

农田土壤经过耕种后,一部分养分随作物产品之收获而离开土壤,必须经过某种形式的物质循环,才能使养分重新富集,从而保持土壤养分不致衰竭,维持并不断提高其再生产的能力。

历史上农田养分的富集主要有两种形式。

一是“系统内富集”。农业生态系统内部通过种植业与养殖业之间的交换,农田养分由于猪、鸡的“过腹还田”或积肥而大部分得以重返农田,从而在一定水平上保持着农田生产力的长期稳定。这种富集形式广泛实行于地少人多、土地垦殖率较高、精耕细作的地区。由于非耕地资源很少,加之商品流通率很低,很难从系统外获得补充的养分来源,基本上是自给自足式的封闭循环。

我国过去的小农经济以至合作化以后的生产队,大多属于此类型。随着商品经济的发展,越来越多的产品进入市场流通,大量土壤养分随着产品而离开本系统,使这种养分富集很难长期维持下去,从而出现土壤肥力衰退的趋势。

二是“区域性富集”。在地广人稀、耕作粗放的半农半牧地区,通过非耕地放牧草食动物,将非耕地上的土壤养分富集于牧畜体内,再通过收集其排泄物而富集于农田。采用科学方法改良天然草场或建立人工草场,扩大牧草资源,促使畜牧业发展,增加养分富集量,从而提高农田土壤养分和农田产量,我国已有不少成功的范例。

珠江三角洲的“桑基鱼塘”和南方山区的农林结合,也是一种区域性富集。前者通过鱼粪塘泥,后者通过树叶沤肥,将水域或林地中的土壤养分富集于农田,促进了种植业的发展。

近十几年来,随着商品生产的高速发展,我国出现了一种新型的农田养分富集形式,故名之曰“商品性富集”或“跨区域性富集”,即土壤养分随商品之转移而大规模富集于另一个地区的土壤中。

【实例—1】大连市金州区是一个地少人多、人均耕地仅1亩左右,而且土质瘠薄、淡水资源贫乏,口粮难以自给的滨海城市郊区。他们通过“买粮养猪,借地肥田”的方式,每年从内地购入15~20万吨玉米,养猪45~50万头,大搞养猪积肥。这相当于将内地50万亩农田上的养分,以粮食为载体,通过猪的过腹而富集于金州的农田及果园中,既提高了

土壤肥力，又生产了大量畜产品供出口，成为全省先进的农业发达地区。

【实例—2】辽宁省海城市耿庄镇侯家村“肉禽加工厂—猪场—农场”经济联合体，每年从外地购进肉食鸡 200 万只，屠宰加工出口，利用剩余的鸡肠养猪 500 头，猪粪肥田 1,000 亩。这相当于将外地 25,000 亩农田（养成 200 万只鸡耗粮约 1 万吨，需 25,000 亩农田产出）的养分富集于本地农场的 1,000 亩土地上，土壤肥力明显提高。

粮食（或畜禽）的大调大运，造成土壤养分的大进大出，必然出现养分流向的倾斜，其总的趋势是：从欠发达地区流向发达地区，从商品粮产地流向加工出口地区，从内地流向沿海地区，从而进一步扩大这两类地区之间经济发展的不平衡。这是一个值得注意的问题。内地应大力发展自己的畜牧养殖业及食品加工业，尽可能将土壤养分保留在本地区之内，防止其大量外流。

## 农业生态经济系统的能值分析<sup>①</sup>

蓝盛芳 陈飞鹏 刘新茂

（华南农业大学生物系，广州 510642）

本文探讨能值（Emergy）分析理论和方法在农业生态经济系统研究中的应用，同以往的农业能量分析加以比较，说明其特点和重大进步意义。

能值是美国著名生态学家 H. T. Odum 创立的新词，它表示一个重要的科学概念和度量标准。能值的定义为：某种类别能量包含的另一种能量之量，称为该能量的能值。实际应用中以太阳能值（Solar Emergy）为标准度量各种类别能量的能值，单位为太阳能焦耳（Solar Emjoules，写作 sej）。单位能量或物质相当的能值称为能值转换率（Transformity）。不同类别不同能质的能量具有不同的能值转换率。农业系统中来源和性质不同的各种能量可用同一标准的能值来衡量和比较分析；系统的能流、物流与价值（货币）流通过能值分析得以综合和相互换算。

农业生态经济系统的能值分析即是研究系统的能值流，并对其加以分析。也就是以能值为量纲，综合分析系统的能流、物流与价值流的数量动态以及它们相互之间的数量关系，求得一系列反映生态与经济的能值综合指标体系，分析评价系统的结构功能，并可加以模型模拟。

从农业的能量分析发展为能值分析，在理论和方法上都是一个重大飞跃。（1）能值分析克服了能量分析无法解决的不同能质的能量不可比较和加减的难题。（2）能值分析把农业系统作为复合的生态经济系统来分析，重视研究系统的自然属性和经济特征及其相互关系，是典型的系统分析。农业的能量分析偏重于辅助能和产出能的分析，只是系统的局部能量分析，它不计算分析自然环境资源（太阳光、雨水、土壤等）能量投入，国外有的研

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目



究甚至人工能和生物能投入亦忽略不计。(3) 能值分析对系统的能流、物流与价值流进行流量综合分析。能量分析只对系统的部分能流加以计算分析。(4) 能值分析得出一系列反映农业生态与经济效益的能值指标体系,包括能值投入率、净能值产出率、环境承载率、能值密度、能值—货币率、转换率等,从而深刻了解系统的能量等级、环境容纳能力、生态经济效益,说明系统结构功能特征。能量分析主要计算出农业能量的各种产投比,很难说明系统的特征。

能值分析的难点是能值转换率的确立和运用。大区域农业系统的能值分析通常可应用 H. T. Odum 研究得出的太阳能值转换率。通过小尺度农作物生产系统的能值分析,可精确求得该系统农产品的太阳能值转换率。

农业生态经济系统的能值分析研究具有重大进步意义和发展前途,欧美和日本等国已迅速开展,我国也开始了实践研究。正如闻大中先生指出,开展能值分析研究应是今后一段时期农业生态系统能量分析工作努力的一个重要方向和工作重点。

## 曲周县农业水资源持续利用的典型研究

温金祥 韩纯儒\* 宇振荣\*

(莱阳农学院, 山东莱阳 265200)

由于曲周县的水文地质条件差异比较大,尤其南部和北部,南部浅层咸水面积少,北部浅层咸水面积广,因此造成县境内不同区域农业利用的水资源形式各异。如滏阳河沿岸的农田以地表水灌溉为主,辅之以浅井灌溉——塔寺桥乡东焦营村;县城南部以浅井灌溉农田为主的马庄村;以深井灌溉农田为主的前衙村;县城北部以深井灌溉为主辅助以地表水灌溉的王庄村;本研究以上四个村作为分析曲周县村级水平农业水资源持续利用的典型,采用问卷形式对四个典型村的 400 个农户、1726 个田块作了调查,从水资源的利用效率(产量、产值)、灌溉成本、地下水位的变化等方面作了分析研究。

1. 通过对四个典型村粮棉产量、总产值、纯收入等的分析可看出,四个典型村属于曲周县农业发展的中上水平。

2. 对小麦、玉米、棉花的灌水生产效率、灌水产值、灌水量方面的比较分析可看出,小麦是一种耗水多,但灌水生产率、灌水产值低的作物,而相应的玉米、棉花其所需灌溉用水少,灌水生产率、灌水产值较高。基于这种认识,在解决曲周县水资源短缺,促进其水资源持续利用上,可通过适当压缩小麦等耗水大的作物,进行作物结构的合理布局。

3. 由于近年气候干旱,曲周县上游用水量及污染的影响,井灌已取代渠灌占据主要地位,渠灌已成为一种辅助的灌溉方式,同时深井灌溉也呈上升趋势。大量开采地下水的结果,使地下水位持续下降,据调查典型村浅井一般每年平均下降 2 米左右,深井一般平均

\* 北京农业大学, 北京 100094

每年下降 2~2.5 米左右,加之近年农业生产资料价格及电费的上涨,使进行农业生产的灌溉成本愈来愈高,据分析浅井灌溉一般 5 元/亩·次左右,深井灌溉已达 15~20 元/亩·次,由于灌溉成本的增加,无形中减少了地下水的开采利用,但对农业的持续发展造成严重的影响。

4. 灌溉条件下,由低产—中产—高产的过程中,灌水生产率呈上升趋势,对于小麦来讲,应重点挖掘中产阶段即 150~300kg/亩的粮食潜力,提高其灌水生产率。

5. 不论小麦、玉米,随着灌水量的增加,产量也提高,通过对小麦、玉米产量 (Y) 与灌水量 (W) 之间的拟合,其数学方程为:

$$\text{小麦 } Y = 88.850^{0.0043W} \quad R = 0.991^{**} \quad (n=17, \text{显著性达 } 0.01 \text{ 水平})$$

$$\text{玉米 } Y = 50.160^{0.016W} \quad R = 0.9^{**} \quad (n=9, \text{显著性达 } 0.01 \text{ 水平})$$

说明水资源紧缺的条件下,应优先保证高产田的灌溉。

## 柠条耐旱性的季节变化特点

王孟本 李洪建

(山西大学黄土高原地理研究所,太原 030006)

PV 技术的发明 (Scholander, 1964) 为植物水分关系的研究开辟了新的途径。利用此项技术对树种耐旱性进行研究,国内已取得了一些有实际意义的研究成果 (郭连生等, 1989; 李吉跃, 1989; 田有亮等, 1990; 张建国, 1993)。

柠条 (*Caragana korshinskii*) 是黄土高原地区重要灌木树种之一,是营造水土保持林、防风固沙林、薪炭林和饲料林的优良树种。其人工林主要分布在黄土区北部。1994 年 5 月—10 月,我们以晋西北黄土丘陵沟壑区约 30 年生人工柠条林为研究对象,参照李庆梅等 (1992) 的 PV 技术操作方法,对柠条小枝 PV 曲线主要水分参数进行了分析。并根据各月的饱和含水渗透势  $\varphi_s^m$ , 膨压为 0 时的渗透势  $\varphi_p^0$ 、渗透水相对含量  $ROWC_{tp}$  和相对含水量  $RWC_{tp}$  以及质外体水相对含量 AWC,对柠条的相对耐旱性指数 (DI) 进行了计算。

$$DI = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{P}{P_0} \right)^2}$$

对于  $\varphi_s^m$ 、 $\varphi_p^0$  和 AWC, P 为每种水分参数的各测定值,  $P_0$  为该种水分参数在各测定值中最大者 (指绝对值,下同)。对于  $ROWC_{tp}$  和  $RWC_{tp}$  这二者:

$$P = 1 - \text{实测值}; P_0 = (1 - \text{实测值})_{\text{最大值}}$$

结果表明,1994 年 5 月—10 月,柠条的 DI 值依次为 1.5、2.1、2.0、1.8、1.6、2.0。柠条耐旱性的月份排序由强至弱为:6 月、7 月、10 月、8 月、9 月和 5 月,说明柠条耐旱性在夏季高温干旱阶段 (6—7 月) 和秋末入冬之前 (10 月) 较强,在生长季节初期阶段 (5 月) 和年降水峰期或秋季旺盛生长阶段 (8—9 月) 较弱。

在年生长期,柠条的耐旱性呈非直线性变化格式,是响应于年生长发育节律和水分条



件变化的结果。更确切地说, 柠条的耐旱性在生长季始(5月)、末(10月)主要响应于年生长发育节律的变化, 在生长季中间则主要随水分条件而变化。因为在生长季初, 3m 土层的平均土壤湿度仅 2.8%, 对柠条的生长发育并不利。尽管其生长发育程度相对减弱(如开花很少), 但是耐旱性仍然最低。在生长季末, 3m 土层的平均土壤湿度为 3.1%, 柠条的耐旱性却较强。在生长季中间则不同, 因为降水主要集中在 7 月中旬以后至 8 月下旬, 相应地柠条的耐旱性在前期较强, 在后期则较弱, 表现出对水分条件变化的很强适应能力。

树木在年生长初期的  $\varphi_{\text{lp}}$  值或 DI 值的大小可以作为判别不同树种或种源耐旱性强弱的指标(郭连生等, 1989; 李庆梅等, 1992)。本研究进一步证明, 树种在年生长期严重干旱阶段的  $\varphi_{\text{lp}}$  或 DI 值的大小对树种的生长发育乃至生存可能具有至关重要的作用。若某一树种的  $\varphi_{\text{lp}}$  或 DI 值在生长季初期比其它树种较小, 在严重干旱阶段反而比其它树种较大, 则这一树种的生存潜力亦可能较大。

## 皖南低山丘陵农业生态系统土壤动物多样性研究

王宗英

(安徽师范大学地理系, 芜湖 241000)

自 1986 年以来, 我们对皖南低山丘陵农业生态系统多种生态类型的土壤动物进行调查, 获得大量土壤动物标本, 包括从原生动物到脊椎动物极其丰富多样的类群。经鉴定的有 7 门 18 纲 58 目 400 多种(属)。其中原尾目 6 科 10 属 19 种; 双尾目 3 科 5 属 10 种(尹文英、谢荣栋鉴定); 弹尾目 8 科 61 属; 鞘翅目 61 科 119 种; 蜘蛛 23 科 97 种; 甲螨亚目 50 科 84 属 86 种(王慧英鉴定); 蚯蚓 4 科 6 属 10 种; 倍足纲 3 目 6 科。尚有许多类群未鉴定到目以下水平。

根据青木淳一(1973)土壤动物分类等级进行多样性比较。本文土壤动物多样性采用物种丰富性(用类群数  $S$  表示)、Shannon—Wiener 多样性( $H = -\sum P_i \ln P_i$ , 式中  $P_i = n_i/N$ ,  $n_i$  为每一类群的重要值,  $N$  为总的重要值)、Pielou 均匀性( $E = H/\ln S$ )和 Simpson 优势性( $C = \sum (n_i/N)^2$ )指数定量加以综合测定。由表 1 可见, 不同生态类型中土壤动物多样性差异显著。受人类活动影响小, 植物组成多样的次生林土壤动物物种丰富性、多样性和均匀性指数高, 灌丛、松林、茶园次之, 污染田最低。但是, 人类生产活动频繁、复种指数很高的青菜地, 多样性与均匀性指数最高, 类群组成也很丰富, 这说明人类可以通过精耕细作, 增加有机肥料, 改良土壤性状来增加土壤动物多样性(王宗英等, 1988, 1989)。

表 1 皖南低丘农业生态系统不同生态类型土壤动物多样性比较

指 数	次生林	松林	灌丛	茶园	果园	旱地	稻田	菜地	污染田
类群数 S	24	14	14	15	15	13	14	20	6
个体数 N	661	165	175	340	277	96	303	314	159
多样性 H	1.9518	1.7829	1.9193	1.5657	0.7685	1.7276	1.3431	2.5052	1.0951
均匀性 E	0.6141	0.6857	0.6546	0.5782	0.2921	0.7483	0.5089	0.8362	0.6112
优势性 C	0.2281	0.2023	0.2393	0.2892	0.7102	0.2211	0.3806	0.1048	0.4056

同一生态类型,不同树龄、树势和产量的茶园,土壤动物多样性不同。一般表现为 30 年树龄—高产茶园>20 年树龄—中产茶园>15 年树龄—低产茶园(王宗英等,1991)。

土壤类型不同,肥力不同,土壤动物多样性高低不同。黄红壤(23 类, H 为 2.2296, E 为 0.7111) 高于黄棕壤茶园(18 类, H 为 1.6098, E 为 0.6100); 枣园土(29 类, H 为 1.9642, E 为 0.5833) 高于淤沙枣园土(13 类, H 为 1.1713, E 为 0.4567) 高于沙泥土(13 类, H 为 0.9875, E 为 0.3849)(钱复生等,1995)。

1993 年 3 月对不同轮作制度的农田调查表明,水稻—小麦轮作的农田土壤动物多样性(H 为 1.9216) 大于水稻—红花草农田(H 为 1.5539) 大于水稻—油菜(H 为 1.2407) 的农田(张光生,1994)。

蔬菜品种不同,土壤动物多样性也有差异。据 1992 年 8、9、10 三个月对 6 种蔬菜地调查的平均值比较,豆科地(毛豆 *Glycine max* Merr. 豇豆 *Vigna Sequipedalis*) 土壤动物多样性(S 约为 19 类, H 是 2.002, E 是 0.6778); 大于叶菜类(青菜 *Brassica Chinsis*, 韭菜 *Allium tuberosum* 和空心菜, S 为 18 类, H 是 1.9885, E 是 0.6811); 大于萝卜(*Raphanus sativus*, S 为 13 类, H 是 1.7207, E 是 0.6658)。

九华山自然保护区森林土壤动物多样性研究表明,植被组成复杂,环境稳定的针阔混交林土壤动物多样性高,土壤有机质含量高的山顶灌丛草甸和其下的黄山松林次之,受人类活动影响较大的马尾松林最低。同一类群的土壤动物,例如甲虫、甲螨、蜘蛛等也表现同一趋势(王宗英 1994, 路有成 1995)。

综上所述,农业生态系统土壤动物多样性的高低与生态类型、环境的复杂性和稳定性、土壤肥力、轮作制度、树龄、产量等都有密切关系,而人类活动影响更为突出。要保持农业生态系统土壤动物多样性,必须提高土壤肥力,合理利用土地资源,调整农业生产结构。

## 澜沧江—湄公河中段流域山地农业生态系统类型研究

陈爱国

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南西双版纳 666303)

澜沧江—湄公河中段流域是指澜沧江—湄公河流经中国云南西南部、老挝上寮、缅甸东部三国相连的大片热带区域,是世界上重要三块热区之一,也是《中国 21 世纪议程》的



重点项目之关键地区。多山(95%的土地为热带山地)、多民族聚居(50多个土著民族)、生物多样性富集、居民生活贫困是本地区的显著特征。此区虽归属不同的三个国家,但是,人文同宗、山脉同源、气候相似、植物区系亲缘关系密切,因而农业生态系统多样性具有同一区域性特征。

本文应用农业系统分析、农村快速评估(RRA)、参与式农村发展评估(PRA)等方法,对澜沧江—湄公河中段流域的农业系统多样性进行了村寨抽样调查,并对农业生态系统类型和特征进行了探讨。

研究表明:

1. 刀耕火种是本区最盛行且最古代的一种农业生产制度,由于各民族的差异、村落所居山体位置的差别和拥有森林资源量的多寡,刀耕火种操作技术不同,旱地作物种类也千差万别;刀耕火种不仅引起大片热带森林消失、水土流失、耕地退化等若干生态问题,而且使刀耕火种居民陷入年年耕作、岁岁贫困的恶性循环困境;发展刀耕火种替代技术除政府引导和市场刺激外,还应注重人文多样性的特点和适应性。

2. 家庭庭园是农业生态系统的—一个重要类型,本区以中国云南的傣族和老挝的寮族最为典型;以游耕到定居,有利于家庭庭园的发展,因植物资源富集的特点,家庭庭园植物种类、品种繁多,达400多种,这些种类除可以食用、日常生活使用和市场出售外,有些种类还有浓厚的宗教内涵。

3. 森林林产品的采集是本区居民农事活动的一项重要内容,作为食物供给的必要补充,也为当地人民提供一个收入来源;森林林产品的采集种类十分丰富,有120余种,绝大部分种类是可以食用的野生蔬菜类,森林林产品的经济价值与采集过程的花费和市场距离密切相关,老挝政府提倡的部落迁移政策有利于森林林产品商品价值的体现。

4. 发展经济植物种植园是促进民族经济发展的一条重要途径,为持续发展和长期生存创造条件;经济植物种植园要以一定的种植技术和市场供求为基础;缅甸进行的社会林业模式和中国云南西南部的区域农业专门化形式有利于经济植物种植园的规模发展。

5. 大量的混农林系统模式是本区各族人民经过长期实践而形成的传统土地方式。如天然林下种植茶叶、天然林下种植草果、天然林下种植省藤,这些模式无论从规模发展方面,还是在经济效益方面,近几年都有新的发展,是热带山地利用的发展方向。

最后,作者指出:本地区三国农业生态系统类型的具体情况和复杂程度不同,但发展某些类型可以相互借鉴,取长补短,促进该区域的资源保护和持续发展。

# 山楂—小麦间作模式小气候特征研究

董云岚 魏玉君

(河南省林业科学研究所, 郑州 450002)

在河南太行山低山区, 有许多不同类型和不同规则的果、农间作园, 其中以山楂—小麦间作园较为普遍, 在春末、夏初、干旱、高温、多大风、自然灾害严重期, 对间作园和不同间作密度与纯小麦地同步进行小气候测定。试验分 4 个小区, 1. 每亩 56 株, 行距 6 米间种小麦净宽 4 米; 2. 每亩 42 株, 行距 8 米间种小麦净宽 6 米; 3. 每亩 33 株, 行距 10 米间种小麦净宽 8 米; 4. 对照纯小麦地 2 亩。山楂为 9 年生, 树高 3.3 米, 分枝高 0.5 米, 干径 13 厘米, 树冠幅直径 2 米, 树冠投影盖度 70%。4 月下旬—5 月上旬小麦陆续抽穗, 小麦抽穗高度 80 厘米左右, 这时间也是山楂花期和幼果期。各小气候因子每隔 2 小时观测一次, 离地面 80 厘米高测定气温和空气湿度; 又分别 80 厘米和 160 厘米两层高度测定风速, 80 厘米高度是小麦穗分布层, 160 厘米高度为山楂花果最多分布层。还对地表和地表以下 20 厘米深处土温测定。

观测表明, 果、农间作园地气温, 主要决定于辐射和气体湍流状况。在山楂和小麦的间作园中, 树冠是外活动面, 小麦叶、穗是中活动面, 土壤表面是内活动面。白天太阳辐射进入树冠表面开始削弱, 又经小麦叶、穗表面, 再到地面辐射更弱, 因此, 近地空气温度不会升得很高, 在中午 14 时前后, 小麦叶、穗表面获得的辐射热量比较多, 气体湍流弱, 蒸腾量较小, 出现一天内最高温度, 并由麦穗表面向上和向下递减。最低值出现在日出前凌晨 4 点前后。小麦叶、穗表面气温日变幅以果树密度最大 (1 试区) 变幅最小, 随密度减小而变幅增大。

空气湿度的变化决定于总蒸散量和空气温度, 还决定树行间乱流水气变换强度。山楂间作小麦园中, 地面蒸发和植物蒸腾的水气不易逸散, 空气湿度均比无果树地高。间作园比纯小麦地空气湿度大 2%~8%, 最大湿度值出现在日出前后气温最低时, 最小湿度值出现在 14 时前后气温最高时, 这是因为相对湿度和绝对湿度及温度的函数所致。间作果树密度愈大, 中间小麦表层空气湿度愈大。

土壤表层温度日变化同样有一个最高值在中午以后, 最低值在日出前, 土壤温度日较差随土壤深度增加而减小。果、农间作园地对太阳辐射的遮荫和地表长波辐射的阻挡作用, 增温期土表温度降低, 而降温期土表温度增高, 所以, 植被密度愈大, 日较差愈小。

风速除受多层植被盖度影响外, 还与果树高度和密度有关, 风速受到树冠枝叶的阻挡, 摩擦作用而通风性能减弱。果树密度愈大, 园内风速愈小; 密度愈小, 风速愈大。在设立 4 个区试中, 160 厘米高处风速分别是 0.7、0.9、10.5、11.7  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

河南太行山区, 冬、春干旱多风的特点, 特别是小麦抽穗和结籽期, 为避免干旱和大风危害, 果、农混作经营是较理想措施, 可起到互补作用。以农为主, 其比例农业要占 75%



左右,果树占25%左右。农业产量必须在单位面积上比单一经营农作物产量高。每亩栽山楂40株左右,行距8米间种小麦,可保证不受大风危害,又能避免因每年干热风造成的减产。

## 农业生态系统学展望

张伟东 曹志强

(沈阳农业大学农学系, 沈阳110161)

农业生态系统与任何生态系统类型相比,对我们生活的影响可能是最大的。它既为人类提供食物和纤维,同时也强烈地影响着人类的生活环境。农业生态系统学是农业持续发展的理论基础,中国目前直至21世纪农业发展与环境问题矛盾更加突出,农业生态系统学面临挑战。问题涉及范围大致包括三个层次;全球生态问题与农业、区域农业生态问题、农业微观生理生态问题。为解决这些问题,开展的农业生态系统学研究包括以下几个方面:

全球与区域农业生态系统方向主要有小流域农业生态系统生物地球化学代谢包括物质运动、输送、转化、能量与物质的累积以及它们穿越的界面包括气、土、水与其中生物群的相互作用以及人类活动的影响。对异常气候和其它自然灾害的预警P、C、N、S生物地球化学循环及对环境影响。农牧交错带方面的研究。

作物生理生态及农田生态方向包括作物的逆境耐性研究,土壤—作物—大气系统物质、能量过程的数学模型,表土层结构稳定性的理化性质、生物学性质及其过程的研究。

农业生态建设方面包括农业生态技术、工程、设计、规划、管理、建设,寻求改善农业生态条件的途径,还包括生态农业定量化方面。

农业生态系统研究方法需要综合多种专业学科的观点和方法,还要考虑先进学科的完全新颖的概念和方法。必须开展大规模的模拟和建模工作,把过程研究、模拟模型以及由地理信息系统组织的大型数据库信息综合起来。将使我们有可能确定农业生态系统的现存状态和发展的路线,亦将能够预测现存状态和新型管理措施、变化莫测的天气模式以及农业生态系统有关的气候变化所产生长期效应。

农学家和生态学家在生态系统水平上的合作是可能的又是有希望的。农学家需要的是规划以解决包括持久性农业在内的问题;生态学家需要的是详尽的过程研究信息和专业知识、现有的长期研究基点以及大型区域数据库,以解决在多层次时空基础上的综合问题。

农业生态系统学需要农业科学与生态科学的结合。农业科学涉及了大批不同的专业学科,其中包括了植物学、动物学、土壤学、社会学及经济学中的很多内容。甚至在某一专业范围内也存在着大量的专业化学科。每一学科还可有进一步的专业化领域,需要 we 不断地综合平衡这些亚学科以加深对系统的认识。由于我们跨进了更注意解决持久性、利用效率、污染防治的时代,我们对农业系统的认识将日益取决于对整体系统功能的认识。生态学的研究内容包括生物与其环境(生理生态学),生物种在种内(种群生态学)和种间

(群落生态学)相互作用的研究,以及整个系统内(生态系统学)所有这些水平上相互作用的综合研究。生态系统对土壤发生学建立起到了重要作用。有害物种种群和群落的生态研究对我们认识它们在农业生产中的动态十分有益。在许多领域促使农业科学和生态科学的结合,日益采用的系统方法对这种结合提供了可能。需更加强有农学家和生态学家参与的农业生态系统的研究,为农业持续发展提供理论基础。

## 贵州青岩油杉种群生态学初步研究

李久林 梁士楚

(贵州省山地资源研究所, 贵阳 550001)

1. 青岩油杉 (*Ketekeeria davidiana var chien—pei*) 是贵州省二级保护珍稀植物, 本文从种群生态学的角度对它进行较为系统的研究, 内容为: (1) 种群环境因子及地理分布; (2) 形态学特征及物候规律; (3) 种群密度大小配置; (4) 种群年龄结构及其动态; (5) 种群分布格局及动态; (6) 种群生物量及其模型; (7) 种群能量结构; (8) 种群营养元素含量及其循环规律; (9) 种群遗传与进化; (10) 种群资源评价。

2. 主要研究结果是:

2.1 建立了生物量模型, 计算出青岩油杉生物量为 52.58t/ha, 在各器官分配中, 干、枝、叶、根的比为: 4:1.3:1:2.1。总生物量三种数学模型为:

$$W_{\text{总}} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n 0.3084D^{2.1296} \quad (\text{胸径幂函数式})$$

$$W_{\text{总}} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n 0.2029(D^2H)^{0.8037} \quad (\text{胸径树高幂函数式})$$

$$W_{\text{总}} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n 1.6480 - 1.2950D + 0.5561D^2 \quad (\text{胸径抛物线式})$$

2.2 种群年龄结构存在着三种类型, 其关系式如下:

$$(1) \text{ 增长型 } Y = 5.2385 - 2.1436x \quad (P < 0.05)$$

$$(2) \text{ 稳定型 } Y = 3.6842 - 0.6143x \quad (P < 0.05)$$

$$(3) \text{ 下降型 } Y = 2.9502 - 0.3216x \quad (P < 0.05)$$

2.3 种群分布格局多数趋于集群, 种群正处在旺盛生长期, 更新良好。

2.4 发现新分布区。在贵阳市郊黔陶林场及河西村有一定数量的青岩油杉林木生长, 特别是河西村地处偏僻, 说明青岩油杉在该地生长的时间很久远。

2.5 青岩油杉 9 种营养元素的富集系数顺序为:  $Mn > K > N > Ca > Zn > Fe > Mg$ 。营养元素的积累量 N、K 为最高, 说明 N、K 是青岩油杉需要的大量元素。其 9 种元素的积累高低顺序为:  $N > K > Ca > Fe > Mn > P > Mg > Zn > Ca$ 。

2.6 青岩油杉 1993 年能量测定为 98924.08KJ/m<sup>2</sup>。其中地上部分为 75226.7KJ/m<sup>2</sup>



占 76.04%，地下部分 23697.37KJ/m<sup>2</sup>，占 23.96%。其热值含量比湿热带森林高，符合地域分布规律。

2.7 青岩油杉的染色体为 24 对，其核型为  $K_{(2n)} = 24 = 2M + 14m + 8sm$ 。

## 杂草侵害草坪规律的研究

周兴文

(沈阳大学师范学院生物系，沈阳 110015)

### 1. 研究意义

草坪，是目前城市绿化的重要组成部分，具有多重功能。建造草坪，是人类为维护城市生态平衡和美化生存环境所采取的重要措施之一。然而，一块建造好的草坪，如果养护管理不当，在几年之内就会变成杂草丛生的荒地，杂草与目的草争水、争肥、争阳光，从而使目的草的生长逐渐衰弱，最终被杂草所取代。通过对其进行深入研究，找到杂草侵害草坪的基本规律，为草坪的建造和养护管理提供科学依据，这对维护城市的生态平衡具有重要意义。

### 2. 研究结果

笔者以沈阳市为基地，对其进行了深入研究，并观察了北京、大连、济南、青岛等地的草坪情况，找到了杂草侵害草坪的基本规律。

2.1 从全年草坪中杂草发生的情况看，一般规律是：先双子叶杂草，后单子叶杂草，再双子叶杂草。春季造成危害的主要是二年生的双子叶杂草，如十字花科的独行菜、荠菜等植物，它们的生长特点是上一年秋天种子萌发生长，进入冬季后地上部分枯死，但根系留存，因此，春季反青后能迅速生长；一年生的单子叶杂草，如禾本科和莎草科的植物，在 7、8 月份危害最严重，这一时期温度高、湿度大，适合其生长；一年生的双子叶杂草，如藜科、蓼科的植物，多为春天萌发，经过一夏天，秋季枯死，而二年生的双子叶杂草 5、6 月份即开花结果，种子成熟后于当年 9、10 月份萌发生长，在秋季进一步危害草坪。

2.2 杂草对草坪的侵害规律是：先从边缘开始，然后逐年向内蚕食，并且草坪中央也很快有杂草分布，先是小块地，而后逐年连成大片，内外夹击，最终使整块草坪丧失。经研究发现，在我国北方城市，对草坪构成危害的杂草主要有 16 科 29 属 34 种，其中危害最大的当属蓼科植物普通蓼 *Polygonum humifusum*，该物种耐瘠薄，耐践踏，生活期长，生存及繁殖力极强，常生于路旁及草坪周围，是危害草坪的恶性杂草。

2.3 杂草侵害草坪的速度与草坪的面积成反比，与周长成正比，草坪的生存年限则与之相反。据此得出如下关系式；

$$T = \frac{S}{L} + K \quad ①$$

其中，T：草坪生存时间，单位为年；

S: 草坪面积, 单位为  $m^2$ ;  
L: 草坪周长, 单位为  $m$ ;  
K: 固定系数, 为 5。

由以上关系式, 可以推算出草坪存活的大致年限。如假设杂草平均每年侵害草坪的百分比为  $X$ , 平均每年剩余草坪的百分比为  $Y$ , 则:

$$Y=1-X \tag{2}$$

那么, 每年剩余草坪的面积成等比数列:  $S_1=Sy, S_2=Sy^2, S_3=Sy^3, \dots S_n=Sy^n$ 。  
将  $S_n=Sy^n$  取以 10 为底的常用对数:

$$\ln S_n=\ln S+n\ln Y \rightarrow \ln y=\frac{\ln S_n-\ln S}{n}$$

由于当  $S_n \leq 10$  时, 该草坪失去了实际意义, 所以, 以此数值为界限,  $S_n$  的最小面积定为  $10m^2$ , 则:

$$\ln Y=\frac{1-\ln S}{n} \tag{3}$$

上式中的  $n$  可以从①式中求得 (即  $T$  值), 这样就可以通过③式求出  $\ln y$  的具体数值, 然后查反对数表, 可知  $Y$  值。再由②式求出  $X$  值:

$$X=1-Y \tag{4}$$

如以正方形草坪为例, 根据以上关系式可得出以下结果:

草坪面积 (S)	100	300	500	1000	5000	10000	15000
草坪周长 (L)	40	69	89	127	283	400	490
生存时间 (T)	8	9	11	13	23	30	36
侵害速度 (X)	30%	30%	30%	30%	25%	20%	15%

一般情况下, 同等面积的条形草坪 (如路边  $1m$  宽的绿化带) 要比块状草坪存活时间短, 主要是  $S/L$  值小, 受杂草侵害机会多, 速度快, 通常在管理不善的情况下, 5 年以后, 目的草基本被杂草所取代。

## 防护场理论——防护林学的生长点

郑元润

(中国科学院沈阳应用生态研究所林业工程室, 沈阳 110015)

防护林学的研究内容多集中在林网对环境的改造作用上, 因而借助物理学场论的观点, 可以把防护林网看作一个整体。从三维空间对其进行综合研究, 探讨林网与环境之间相互作用的机制。

可以这样定义防护场: 防护场是防护林体系的防护效应在其有效作用范围内的时空分



布。防护场理论探讨防护场的形成及作用机制。其综合定量性的研究目的是阐述防护场的调控机理, 首先应借助经典场论的原理探索这一复杂过程。其基本内容应包括:

### 1. 防护场强度

由于生命运动的复杂性, 随时间变化, 林带的结构特征会发生很大变化, 因而防护场强度 (Intensity of protective field) 是一个随时间变化的量。可以表示为:

$$E_p = E_p(P, t)$$

其中  $E_p$  为防护场强度,  $P$  为某一上点的防护场作用力,  $t$  为时间。

在一个很小的时间范围内, 防护场强度不随时间变化, 某一时刻的防护场可看作稳定的防护场。

它能定量地反映特定时间或阶段内, 防护林体系对其作用空间内生态环境的改造作用。也可反映防护场中防护势在某点之强弱。具体可反映在林带的透风系数、风速、湿度、温度、太阳辐射、作物产量等一系列气象因子、生态因子、生物效应的变化程度上, 它是对生物、环境等诸因素相互作用的综合反应。

### 2. 防护势 (Protective potential)

它表示在防护场的作用空间范围内, 受保护环境条件的改善及生物生存能力的提高等诸方面所受到的影响。它与防护场源的结构特征、距防护场源的距离及防护场的介质有关, 是表征防护场中给定点防护场性质的综合参量。

防护场中某点的防护势可记作:

$$U_p = U_p(s, t)$$

其中  $U_p$  为防护场中某点的防护势,  $s$  为反映防护场源总体结构的表征量,  $t$  为时间, 防护势也随时间变化。

由于防护场理论研究极其复杂的生命活动过程对外界环境的反馈作用机制, 对防护场各种特征函数的深入研究, 就需要比经典场论更复杂的数学表达式。它从一个连续的时间范围内, 在三维空间对防护林体系的结构、功能及生态效益进行综合研究。这是一种全新的认识防护林体系的方法。目前的防护场理论还是首次提出, 其理论框架还没有完整地建立起来。对防护场理论的进一步完善以及在实际中的应用还需做更多的探索。

## 火生态因子对草原的效应及应用研究

鲍雅静 李政海 刘钟龄

(内蒙古大学资源所, 呼和浩特 010021)

火是草原的自然生态因子, 本文用控制火烧的方法, 从种群和群落两个方面研究了内蒙古草原的火烧效应, 总结了火烧方法在草原改良和管理中的应用价值, 并试图通过相应条件的模拟实验研究对火烧效应机理作一初步探讨。

研究表明: 火烧可以显著促进优势种羊草种群的发展, 抑制大针茅种群的生长, 同

时对它大多数伴生种群也略有抑制,这种作用效应在火烧一次恢复几年以后表现更加明显。但连年重复火烧几乎对所有种群都会产生不利的影响。同时,火烧对植物种群的作用效应受到环境状况的强烈影响,在水分条件不良的年分和环境里,火烧对所有植物种群都会产生抑制作用。

在火生态因子的作用下,草原群落的总生物量不会产生显著变化,但群落不同层片的发育状况及其在群落中的作用则会发生规律性的变化,诸如火烧可以提高根茎禾草层片的群落学作用,抑制高大密丛禾草层片、灌木层片与半灌木层片的发育等。这与植物更新芽的位置、地面植丛部位的燃料数量、草原火的热状况及各种植物对养分和水分的竞争能力密切相关。另外,不同火烧处理会使群落的物种多样性和均匀性发生一定变化。自然群落一般具有较高的物种多样性与均匀性,而当年火烧与一次火烧恢复群落的物种多样性与均匀性降低,但在连年重复火烧的群落中,多样性水平则会达到与自然群落相近的水平。

模拟实验的结果表明,火烧对草原群落的作用效应,主要是由于火烧对不同生活型植物的更新芽产生不同的伤害作用,致使不同植物种群(如羊草种群、大针茅种群)的群落学作用出现明显的消长变化,以及火烧影响土壤的养分状况造成的。

在草场的改良利用方面,由于火烧可以大幅度地提高优质禾本科饲草的产量,提高草群组成的粗蛋白含量,增加草群的平均高度。因此,火烧可以明显地提高草场质量和割草利用效率,在羊草草原的改良和经营管理工作具有良好的应用前景。

## 红壤旱地立体种植的农田生态效应

黄国勤 张桃林

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

作者先后于1986~1990年在江西农业大学农学实验站(南昌, 28°47'N)和1991~1993年在中国科学院红壤生态实验站(江西鹰潭, 28°15'N)进行了红壤旱地立体种植的田间定位试验研究,旨在探讨南方红壤旱地实行立体种植的可行性,以便为大力开发南方红壤旱地资源、提高旱地生产力提供科学依据。试验设有油菜/大豆+玉米-芝麻、紫云英×油菜×肥田萝卜-玉米-大豆和蚕豆/玉米/甘薯3种立体种植处理,并以大豆-玉米、绿肥(紫云英)-甘薯和花生-绿豆3种传统种植方式为对照(CK)。现将试验的主要结果简述如下。

1. 立体种植能提高资源的利用效果。试验表明,立体种植对季节、太阳辐射、日照、积温、降水的利用分别比CK提高177d、143.01KJ/cm<sup>2</sup>、553.33h、585.85℃和477.01mm。

2. 立体种植的能量转换效率高。立体种植具有“高投入、高产出、高效率”的特点,其能量转换效率比CK高40%。

3. 立体种植对土壤生态的影响主要表现在3个方面:一是在干旱季节可以增加土壤水分含量。根据旱季(6月20日至10月20日)测定的平均值,立体种植的土壤平均含水量



为 18.60%，CK 为 17.85%，立体种植比 CK 提高 0.75 个百分点；二是能提高土壤肥力。根据测定，立体种植的土壤肥力为 pH5.80、有机质 2.1414%、全 N 0.1199%、水解 N 12.14mg/100g、全 P 0.1026P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>%、速效 P 54.05ppm 和速效 K 200.60ppm，分别比 CK 提高 0.35%、0.20%、6.67%、12.20%、0.49%、10.37% 和 8.58%；三是能增加土壤微生物数量。如立体种植的微生物总量为 2356.82 万个/克干土，比传统种植 (CK) 高 545.68 万个/克干土，提高 30.13%。

4. 立体种植有利于增加天敌数量，减少害虫为害。根据调查，立体种植的害虫被害株率只有 26.59%，而 CK 达 44.71%，立体种植比 CK 低 18.12 个百分点；立体种植的蜘蛛 (天敌) 数量为 529 只，比 CK 的 436 只增加 21.33%。

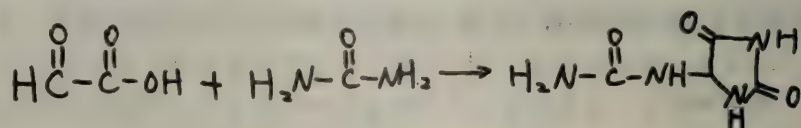
可见，在我国南方 1053.33 万 ha 的红壤旱地上，应大力提倡和广泛推行的间混套作为中心的农田立体种植，尽量减少传统的单一作物种植，这对于开发南方红壤旱地资源、提高旱地生产力和增加生态经济效益、促进旱地农业持续发展都具有十分重要的现实意义。

## 尿囊素的合成及其对作物的生化他感作用

孔垂华 李德建 骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所，广州 510642)

尿囊素 (allantoin) 是一种广泛存在于动植物体内的生物活性化合物，因首先从牛尿中发现故得此名。尿囊素具有促进细胞生长，加速伤口愈合，软化角质素，使皮肤保持水分、滋润等特点。目前已在医药、化妆品领域获得应用。在农业上的应用近年也引起人们的兴趣，但尿囊素对作物的生化他感作用的研究报道不多。曾有报道麦田杂草仙翁对小麦有生化他感作用，并从麦仙翁中分离到麦仙翁素、赤霉素和尿囊素三种化合物。由于赤霉素和麦仙翁对作物的促进作用引起了人们的研究兴趣，而对尿囊素却没有得到足够的重视。本文通过乙醛酸和尿素反应人工合成尿囊素，并报道其对小麦、水稻、萝卜、番茄、黄瓜和大豆等作物的生化他感作用。



研究表明：用 10mM 浓度尿囊素处理作物种子，尿囊素对小麦、萝卜、黄瓜和大豆的种子发芽和幼苗生长均表现出显著的抑制作用，特别是对水稻、萝卜、番茄、黄瓜种子的萌发完全被抑制。浓度降低到 1mM，则各种受体的反应出现差异，对小麦、番茄、萝卜、黄瓜仍有明显的抑制作用，但对水稻的抑制作用不明显，且对大豆的种子发芽和幼苗生长有一定的促进作用。浓度降低到 0.5mM，则对小麦、番茄、萝卜、黄瓜仍有抑制作用，对水稻、大豆均表现出促进作用。浓度降低到 0.1mM，尿囊素对所有受体的种子萌发已无抑制

作用,但对小麦、番茄、萝卜、黄瓜的幼苗芽和根的生长仍有一定的抑制作用,对水稻、大豆的促进作用依然明显。浓度降低到 0.05mM 时,则尿囊素对所有受体的种子发芽和幼苗生长均观察不到抑制作用,但对大豆仍有明显的促进作用。由此可见,尿囊素对作物的生化他感作用与其浓度有直接的关系。对于小麦、黄瓜、番茄、萝卜不论浓度高低均表现出抑制作用,但对水稻,尤其是大豆在中低浓度下主要表现为促进作用。

为了进一步论证尿囊素对豆科作物的生化他感作用,我们分别用 1mM, 0.5mM, 0.1mM 浓度作用于大豆以及绿豆和赤豆。结果发现尿囊素对豆科作物种子萌发和幼苗生长均有促进作用,尤其在 0.5mM 浓度时最为显著。最新的文献报道,尿囊素是豆科作物根瘤固氮的传送体。从豆科作物的根瘤分泌物中分离到大量的尿囊素。目前用尿囊素作为高效氮肥的研究引人注目,关于尿囊素对作物的生长发育、营养作用的研究我们正在进行之中。

## 环境胁迫条件下园艺植物应激反应的新模式

丁平海 王国英

(河北农业大学,石家庄 050000)

园艺植物因其特有的经济价值而在世界范围内被普遍受到重视。随着全球范围内气候变暖、水分匮乏和环境污染的日益加重,世界许多生态学家和园艺学家都非常关注环境胁迫条件下园艺植物的应激反应。以往的观点普遍认为,对于不同的胁迫因子,植物都具有专一的识别反应和应激反应,与之相应的代谢过程和所产生的代谢产物也具有专一性,而且认为,植物的应激反应是一种被动的过程。

我们以苹果、核桃、葡萄、草莓和蕃茄为试材进行了创伤愈合、变温处理、昆虫植食和接种病原菌等研究与处理,主要研究结果表明:对于机械损伤和昆虫植食所造成伤口的愈合,并非具有专一的愈伤激素存在,而是受植物体内早已存在的植物激素(IAA, ABA, GA, BA 和乙烯)动态平衡的调节,不同试验材料之间具有相同的趋势,都表现为促进生长发育的激素(如 IAA 和 BA 等)水平增高、IAA/ABA 增大,而且在这些植物的扦插生根过程中具有相同的趋势。同时还发现,因创伤造成了 PAL 酶、多酚氧化酶和酚类物质总量的增加。与病原菌等的侵染对植物所造成的胁迫具有相似的反应。这说明胁迫因子存在着一定程度的广谱性,即在一定范围内,某一胁迫因子可以诱导出对数种不同胁迫因子的抗性;同样,不同胁迫因子可以诱导出对某一伤害的抗性。因而认为,植物不能识别胁迫因子的类型,即植物对不同胁迫因子具有认同性,植物的识别反应没有特异性。由于植物在不同的代谢途径的各个方面都表现出相同的应激变化,因此所产生的代谢产物(包括植物激素、碳水化合物和次生代谢产物等)也不具有特异性,即植物不具有专一的应激反应,因此植物对环境胁迫的反应机制是趋同性和非特异性的。植物采取趋同性的识别反应从能量上讲是有利的,因为植物在生长发育过程中所受到的胁迫因子是千变万化的,植物不可能为各种胁迫因子准备足够的基因和专一的应激反应,而且也不可能为迅速变化的各个胁迫



迫因子提供足够的应激反应。因此,趋同反应是大多数植物在进化过程中所采取的最有可能的一种对胁迫的识别反应机制。

传统的观点认为,植物受到胁迫后会诱导出相应的应激反应,一旦胁迫消失,应激反应即将停止;由于植物始终处于一个不断变化的环境之中,因此会出现甚至重复出现各种胁迫因子,如果传统的观点成立的活植物会不断地重复出现各种应激反应,这从能量上讲对植物是不利的。从我们的试验和以往的研究发现,那些表现植物应激反应的关键酶如PAL酶和酚类物质(特别是苹果体内的根皮苷绿原酸等)以及碳水化合物和植物体内的激素等始终处于一种动态的变化之中,不仅具有年变化和日变化,甚至不同的采样时间都有所不同,而且体内的这些代谢物质只有含量和水平的动态变化,很少会有一种代谢物质在某一时期从体内完全消失,它们或以微量的形式存在或以前体的形式存在,一旦发生胁迫或需要就会大量合成。这说明植物的各种代谢和应激反应始终处于一种动态平衡之中;而且是一种主动的动态防御过程。如果胁迫反应加剧,正常的代谢反应通常情况下,如果胁迫反应加剧,正常的反应就会消弱,反之依然。如果胁迫的发生在植物能够忍受的范围内,植物则可以通过牺牲正常的代谢来抵御环境胁迫;如果胁迫的强度超过植物能够忍受的范围植物将会最终死亡。

## 黄淮海平原农业综合开发的生态效益

谢 明      吴 凯

(中国科学院地理研究所,北京 100101)

为加快我国农业发展步伐,使粮食和其他农副产品的产量跃上一个新台阶,国务院决定黄淮海平原为重点农业综合开发区。该区包括京、津、冀、鲁、豫、苏、皖五省二市的339个县(市)。耕地面积为2.88亿亩,人口为2.33亿人,黄淮海平原为我国最重要的农业区。1987年粮食总产占全国的19.4%,棉花总产占全国的56.8%。通过1988—1993年两期农业综合开发,1993年粮食总产占全国的23.4%,在取得重大经济效益和社会效益的同时,也取得了明显的生态效益。

### 1. 农业综合开发改善了农业生产的基本条件,提高了抗御自然灾害的能力

六年来,黄淮海平原农业综合开发区新建桥、涵、闸建筑物37.4万座,新建排灌站1.3万座,新修防渗渠道3.4万公里,埋设地下管道13.7万公里,新打和配套机电井37.1万眼,增加和改善灌溉面积5800万亩,增加和改善除涝面积3320万亩,农业生产条件得到较大改善,抗御自然灾害的能力明显增强。

截止1993年底,黄淮海平原中低产田开发面积达6134万亩,亩均增粮130公斤;荒地开发面积达336万亩,亩均产粮400公斤。开发区粮食年均增长率达3.9%,增产量达86.62亿公斤,占全区粮食增产总量的42.5%。这就是说,农业开发的贡献几乎与常规农业的贡献相等。

## 2. 实行水土田林路综合治理, 有效地改善了农业生态环境

六年来, 黄淮海平原植树造林 504 万亩, 改良草场 147 万亩。河北省开发区共修田间路 20318.8 公里, 植树 5123.3 万株, 防护农田 1212 万亩, 森林覆盖率提高到 12% 以上, 使农田小气候初步得到改善。该区还推行农机、农技、畜牧等措施, 加强了开发区的地力建设, 使土壤肥力、土壤理化性质等指标普遍提高一个档次。该区实行立体开发, 如沧州市推广枣粮间作 (枣粮间作面积占开发区面积的 11.6%), 唐山市改造洼地实行果树、稻田、鱼塘同步开发 (水稻田面积占开发区的面积 31.4%), 衡水地区改造盐碱地实行草粮 (棉) 轮作 (种草面积占开发面积的 10.7%, 粮、棉、林种植格局为 4:3:3), 使生态环境得到明显改善。

## 3. 农业综合开发促进农村产业结构调整, 提高了农业综合生产能力

安徽省宿县地区实施由低产、低效作物向高产、高效作物转变; 由单一的粮食作物向粮经、粮饲作物并重转变; 由小农经济向大农业、大市场经济转变。使复种指数由原来的 153% 提高到 180% 以上。

河南省商丘地区把农业综合开发与小康村、小康户建设密切结合起来, 六年来共扶持和发展了专业村 176 个、专业户 11320 个, 这批专业村已有 27% 达到小康水平。

# 寻鄆县稀土尾砂堆积场地果树栽种试验初报

涂翠琴 刘建业 黄 黄

(江西省科学院生物资源研究所, 南昌市 330029)

我国稀土资源丰富, 随着稀土的大量开采带来了破坏植被, 污染生态环境的公害。怎样综合利用稀土尾砂和改善矿区的生态环境已成为急需解决的问题。为在恢复植被、改善生态环境的同时尽可能增加经济效益, 在稀土尾砂堆积场地进行了栽种不同果树种类 (常绿和落叶) 与采用不同栽种方法 (沟、穴植) 等的试验。

## 1. 试验地基本情况

试验地安排在江西省泸州地区寻鄆县稀土分组厂二采场闭采矿段的尾砂堆积场地, 面积 4.31 亩。试验前对稀土尾砂进行了取样测试分析。尾砂属砂壤土, 盐分含量 0.008—0.02%, pH5.5—6.4, 在 5—75cm 土层中, 平均含有机质 0.155%, 全 N 0.005%, 全 P ( $P_2O_5$ ) 0.024%, 全 K ( $K_2O$ ) 2.75%, 速效 N 0.257mg/100g, 速效 P 仅为痕迹, 速效 K 68.5mg/100g。总之, 缺少植物正常生长发育所需的营养元素, 不具备人工灌溉条件。

## 2. 试验材料和方法

供试树种为我省广泛栽培的落叶果树芙蓉李 (*Prunus Salicina*) 和常绿果树温州蜜柑 (*Citrus unshim*)。栽种方法为在清理平整场地后挖穴和开壕沟, 沟和穴的宽、深均为 0.8m 挖沟 (穴) 后, 在底部铺上一层稻草, 在稻草上施入粗垃圾, 盖原沟 (穴) 土, 上面再分层与土相间施入桐枯饼、钙镁砒、过筛垃圾。基肥用量每公顷折合 N 26.72kg、 $P_2O_5$  55.43kg、



K<sub>2</sub>O 56.64kg, 有机质 838.00kg。行株距: 芙蓉李 3×3m, 温州蜜柑 3×2.5m。其他各项栽培管理技术同于红壤栽种的芙蓉李、温州蜜柑园。

试验每一重复为一区组, 区组内不同处理采取随机排列, 共 3 个重复。每处理选固体观察树 6 株, 进行定期观察树体生长、结果状况, 并进行根系生长观察, 果实产量统计, 果品品质分析和生态环境因子测定。

### 3. 试验结果

3.1 落叶果树较常绿果树更适宜稀土尾砂栽种。栽培管理标准相同, 定植五年的芙蓉李比同龄的温州蜜柑保存率高 25.4%, 树高和冠径大 3 倍多, 单株年均产量为温州蜜柑的 4.86 倍。而且, 果实与红壤栽种的相比, 稀土氧化物含量均为 0.04mg/kg, 食用安全性可靠, 总糖和 V<sub>c</sub> 含量略高于红壤栽种的芙蓉李果实。

3.2 稀土尾砂栽种果树采用壕沟植较穴植好。采用沟植的芙蓉李定植第三年开始, 较穴植的芙蓉李树体生长量大, 结果多, 定植第五年, 沟植单株平均产量较穴植的高 6.4kg。

3.3 稀土尾砂栽种果树较栽种灌草经济效益高。以栽种五年内每公顷累积投资和产量统计, 栽种落叶果树芙蓉李每年每公顷纯收入为胡枝子、马圪草混种纯收入的 5.6 倍。

3.4 稀土尾砂栽种果树有利于改善生态环境。果树行间与稀土尾砂裸露地相比, 夏季中午地表温低 6.4—7.5℃, 土壤水分含量高 10%。栽种的第七与栽种前比, 稀土尾砂的全 N 和速效 N 均由痕迹分别提高到 0.038g/kg 和 26.88mg/kg, 全 P 提高了 0.56g/kg, 速效 P 由痕迹提高到 13.70mg/kg, 全 K 和速效 K 分别提高 2.7g/kg 和 46.1mg/kg。

由以上试验结果得知, 稀土尾砂不覆客土不进行人工灌溉栽种落叶果树是切实可行的, 去年春寻邬水土保持办公室已在稀土矿区扩大栽种芙蓉李 6.67 公顷。为更快更有效地对稀土尾砂堆积场地进行复垦, 对果树种类选择和特殊栽培管理技术的研究, 还待进一步深入。

## 树木年轮资料推测林冠干扰强度的探讨

兰 涛 夏 冰 贺善安 邓 飞

(中国科学院江苏植物研究所, 南京 210014)

森林冠层干扰可以看作是林窗的产生, 而林窗的产生必然引起光照条件和环境条件的改变, 并最终影响森林的发展演替。林窗事件已被公认是推动森林演替的重要生态动力。因此, 了解林窗事件的历史对于分析森林演替和发展动态具有重要意义。对于大面积森林破坏后形成的大林窗, 可通过树木特有的年龄结构来推测; 对于 1 株或数株冠层树木死亡或倒伏所形成的中、小林窗, 目前, 除了采用永久样地观测其对森林动态的影响外, 尚无其他有效的手段, 但已建立的永久性样地均年代不长且数量和类型有限。树木年轮宽度随生长年代的变化所产生的趋势(即低频部分), 除了受树龄影响外, 主要受树木间竞争的影响。中、小林窗事件的发生, 意味着林冠下原有被压木所承受的来自与之相邻冠层的压制解除, 生长迅速加快。在树木年轮宽度系列中表现为年轮宽度在经历一段较细时期后迅速增大并

持续一段时间。这一现象也称为生长释放。本研究尝试利用树木年轮宽度这一特点来推测西天目山黄山松阔叶混交林在演替过程中由中、小林窗事件产生的干扰强度。

在所调查的黄山松阔叶混交林中,系统设置4个样园,样园直径20m,对样园内胸径大于5cm的所有树木于胸高处钻取至髓心的芯样,同时测量其树高、胸径、距园心的距离和方位角(定树位置时用)、树冠在东西南北方向上的垂直投影长度及可直接接受到垂直光照的投影长度。通过对年龄结构的分析,知该黄山松阔叶混交林系由黄山松林演变而来。黄山松在该林地的定居生长发生在1861~1880年之间,此后30~40年,其他阔叶树开始在黄山松林下萌发生长,形成目前的针阔混交林,并继续朝阔叶林方向演替。目前,该林地冠层树木属随机分布。

本研究定义,凡持续10年或10年以上直径生长相对减慢为生长压制。在生长压制之后生长明显加速并持续5年以上,且生长期的平均生长量大于压制期的50%以上,称为生长释放。压制期和生长期的时间长度采用加权滑动平均方法来判断,以避免趋势变更点的偏移。冠层干扰强度定义为每10年中具有生长释放的冠层树木占全部冠层树木的百分率。推算的该林地过去100年中的干扰年表表明,其林冠平均干扰强度为5.3%/10年,干扰强度最大的10年是1951~1960年,为12.0%;最小的10年是1901~1910年,为1.7%。对该林地而言,发生的演替主要是冠层黄山松死亡,形成林窗,进而被其下或邻近的阔叶树所取代,故平均5.3%/10年的林冠干扰强度可理解为再10年有5.3%的黄山松冠层从整个林冠层中消失。这意味着在该林地条件下,从黄山松定居生长到黄山松阔叶混交林,再到纯阔叶林所需时间为 $P=190$ 年( $P=100\% \div \text{平均干扰强度}\%$ )。

## 新疆绿洲吨粮田与普通田模式生态经济效益的比较研究

钱 翌

(新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)

开发吨粮田是发展粮食生产的一条重要途径。吨粮田模式不仅具有较高的经济效益,还具有较佳的生态效益。它是实现我国未来农业人均粮食400kg和高产优质高效目标的重要选择途径。新疆是绿洲农业,但绿洲仅占全区土地面积的3.53%,绿洲人口密度已高达近300人/km<sup>2</sup>,现实决定了今后绿洲农业的开发只能走立体发展的道路。

### 1. 吨粮田是高经济效益的农业

1.1 以增产增收,提高粮田经济效益。吨粮田三年平均单产可达 $1.57 \times 10^4$ kg/ha,较普通田 $0.874 \times 10^4$ kg/ha,每公顷提高 $0.696 \times 10^4$ kg。另外,每公顷还可增加秸秆 $0.718 \times 10^4$ kg。吨粮田平均生产成本为3361.5元/ha,普通田为2910元/ha,每公顷新增生产费用451.5元。由每公顷新增总收益3239.4元减去新增生产费用451.5元,则每公顷纯收入增加2789.4元。达到吨半粮田的地区,粮田的经济投入产出比则可高达1:2.8~2.97。由此可见,吨粮田模式是增产增收同步的。



1.2 可以优化农业结构,提高系统的综合效益。吨粮田模式由于大幅度提高了单产,秸秆增多,有利于农区畜牧业发展,实行农牧结合,从而增加收入,提高人民生活水平。吨粮田还有其它可观经济效益。吨粮田对开荒扩大耕地有替代功能,主要反映在节约投资、节约资源上。还有吨粮田带来了种植业结构调整效益,它可以在保证粮食产量的前提下,压缩粮食面积,扩大经济作物面积,1公顷粮田间接节约开荒投资1050元,如以压缩粮食扩种棉花,年增效益2182.5元,合计1公顷粮田的间接经济效益为3232.5元。

## 2. 吨粮田有良好的生态效益

1.1 提高土地利用率。吨粮田单产比普通田高近1倍,说明土地潜力很大,关键在于合理挖掘。

2.2 提高水的利用率。经测定,和田河流域吨粮田水的产投比为 $1.42\text{kg}/\text{m}^3$ ,比普通田的 $0.83\text{kg}/\text{m}^3$ 提高71%,而较新疆一般水平的 $0.2\text{kg}/\text{m}^3$ ,则提高了6倍多。

2.3 提高光能效率。92年和田流域吨粮田小麦的光能利用率为0.59%,玉米为1.5%,较普通田的小麦提高51.2%,玉米提高87.5%。

2.4 提高能量效益。吨粮田投入与产出的增加是同步的,其能量产投比为4.94,是普通田产投比3.16的1.56倍。

2.5 提高肥料效益。吨粮田要求增施有机肥的同时,合理增加化肥的施用量,但粮食产出与化肥投入的比值是逐渐增加的,试验表明,粮食单产为 $1.39\times 10^4\text{kg}/\text{ha}$ ,标准肥每公斤增产粮食2.3kg,产投比为1:2.3;单产为 $1.71\times 10^4\text{kg}/\text{ha}$ ,产投比为1:2.8。不仅如此,由于粮多一秸秆多一畜多一肥多,是一种良性循环,残留根茬增多,土壤有机质也有所提高。据初步实验由中粮田变为吨粮田的地块,92年与91年比,土壤有机质从0.96%增加到1.04%,提高8.33%,速效磷增加1.7ppm。

# 生态位理论与优化方法在农作物生长系统中的应用<sup>①</sup>

李自珍 刘宛君\*

(兰州大学数学系,兰州730000)

生态位(niche)理论属现代生态学的核心内容之一。自J. Grinnell(1917)提出这一重要概念以来,该理论已在生物种对环境的适合性测度、种间关系、群落结构、种的多样性及种群进化等方面获得了广泛应用。它在现代生态学研究占有愈来愈重要的地位。

本文将生态位理论引进农田生态系统的研究中,作为其理论和优化方法的发展,提出了新颖的作物生态位适宜度概念,即通过对生态位内涵的分析,定义作物种的生态位适宜度为表征其生境的现实资源位与其最适资源位之间的贴近度;建立了相应的数学模型以及适宜度与作物产量间的理论公式;以半干旱区主要农作物春小麦为例,定量分析了各种农

① 本文系国家自然科学基金资助项目研究。

\* 兰州医学院,兰州730000

田生态工程措施下提高适宜度值、增加产量的效果。

1. 作物生态位适宜度的理论与数学模型

(1) 作物种的生态位函数定义为：

$$N_i = f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad N_i \in R^+, X \in E^n$$

其中  $x_1, x_2, \dots, x_n$  表示  $n$  个与作物生长有关的生态因子（光照、温度、水分、土壤养分等），被视作广义资源因子。

(2) 最适资源位  $X_0 = (x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0})$

$$f(X_0) = \max(f(X)) \quad X \in E^n$$

(3) 作物生态位适宜度模型

$$C = \phi(X_0, X_k) \quad X_0, X \in E^n, C \in [0, 1]$$

其中  $\phi(X_0, X_k)$  为计测最适资源位  $X_0$  与现实资源位  $X_k$  间贴近程度的相假性公式。

(4) 三个实用的适宜度公式

$$CI_j = \sum_{i=1}^n \alpha_i \max \left\{ \frac{x_{ij}}{L_{ij}}, 1 \right\} \quad (1)$$

$$CI_j = \min \left\{ \frac{x_{1j}}{L_{1j}}, \frac{x_{2j}}{L_{2j}}, \dots, \frac{x_{nj}}{L_{nj}} \right\} \quad (2)$$

$$CH_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{ij}/L_{ij})^2} \quad (3)$$

2. 将春小麦生长发育划分为幼苗期、营养生长期和生殖生长期；计算得三个生长期作物的适宜度值分别为 0.728、0.691 和 0.436；后期适宜度值过低是导致半干旱区春小麦产量不高的根本原因所在。其限制因子是 0—60cm 土层含水率。

3. 文中采用公式  $Y(t) = a_0 + a_1 C(t) + a_2 C^2(t) + b_1 \cos(wt + \varphi_0) + b_2 \sin(wt + \varphi_0)$ ，导出适宜度变化过程的解析式。采用  $Y(t) = aC_1^3 \cdot C_2^8 \cdot C_3^3$  拟合得产量  $Y$  与适宜度值  $C$  间的理论公式： $Y = 8.777 \cdot 01 C_1^{-0.3946} \cdot C_2^{4.5914} \cdot C_3^{3.1243}$ 。

4. 各种农田生态工程措施的效果：地膜覆盖可提高适宜度值 10% 左右，增产 20%，优化施肥以肥调水措施，可提高适宜度值 15%，平均增产 30—35%，人工聚流工程，可提高适宜度值 25—35%，增产 40% 左右；综合优化措施下，可使后期适宜度值提高 50% 以上，使亩产由 200Kg 提高到 350Kg，效果十分显著。



# 丘陵库区及近水资源果园的害虫治理研究

沈长朋 孙树兴 顾颂东 张帆\* 孙彤\*

(莱阳农学院, 山东莱阳 265200)

1992~1993年, 于山东莱阳沐浴水库库区果园, 高密和蓬莱近水资源果园, 对苹果园主要害虫及其治理进行了研究。本文综合报道了该研究的主要结果。

1. 对近高密拒城河管理粗放的王家屯苹果园, 分三次调查了昆虫种类与数量。结果表明: 5月下旬, 昆虫数量最多的是绣线菊蚜 (*Aphis citricola vander*), 到6月中下旬, 转为以山楂叶螨 (*Tetranychus viennensis*), 顶梢卷叶蛾 (*Spilonota lechriaspis*) 和黑星麦蛾 (*Telphusa chloroderces*) 为主。从危害性上看, 此期的主要害虫还有桃小食心虫 (*Carposina nipponensis*), 苹果瘤蚜 (*Myzus malisuctus*) 和棉铃虫 (*Heliothis armigera*)。而天敌昆虫主要是中华草蛉 (*Chrysopa sinica*), 七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata*), 蚜茧蜂和食蚜蝇。

2. 对近高密拒城河管理稍好的张家墩苹果园, 调查了顶梢卷叶蛾越冬代幼虫的空间分布型。结果表明, 该虫在田间呈明显的聚集分布。理论分布型拟合结果为负二项分布。虫口数量, 不同方位之间差异不显著, 外层则极显著地多于内层。一代幼虫的调查结果也呈聚集分布, 但聚集度小于越冬代的。释放松毛虫赤眼蜂, 可使顶梢卷叶蛾幼虫的聚集度因虫口密度减少而降低。但其虫口密度低于一定程度时, 相对地聚集度又会上升。该实验结果表明, 松毛虫赤眼蜂仅改变了顶梢卷叶蛾幼虫的虫口密度和聚集度, 没有改变其分布的类型。另于蓬莱海边果园, 进行了较大面积的放蜂实验, 结果表明, 卵寄生率可达60~80%。

3. 1992年5月~6月, 于莱阳库区果园进行的田间及示范实验表明, 山东乐陵农药厂生产的20%螨死净水悬剂3000倍, 对山楂叶螨和苹果叶螨 (*Panonychus ulmi*) 卵的防效, 比20%三氯杀螨醇乳油500倍提高85.19%, 与日本产5%尼索朗乳油2000倍相当。据拟合出的螨量增长曲线可见, 其前期防效优于尼索朗, 略差于速效的三氯杀螨醇。中期效果, 三者相近。后期则优于三氯杀螨醇, 差于尼索朗。防效可持续一个半月, 一年一次即可控制两种叶螨的危害。因可早施, 故对天敌比较安全。

4. 用人工生产的昆虫病原线虫 *Steinernema capocapsae* 的三个品系, 1992年于莱阳库区果园, 1993年于高密近水资源果园和莱阳库区果园, 进行了昆虫病原线虫存活期和不同浓度田间防效的实验。结果表明, 三个线虫品系中, A24的存活率最高, BW的存活时间最长。1993年, 在沙壤平地果园, 每公顷实喷活线虫数量为: 1.2838亿, 2.3310亿和4.5697亿时, 处理后22天的卵果率依次为: 1%, 0.8%和0.3%而空白区为2%, 化防区为1.5%。

5. 提出了以释放赤眼蜂, 昆虫病原线虫, 保护天敌为主的综合防治方案。

\* 吉林农业大学生防所, 长春市130118

# 稻田生态系统中捕食作用的评价方法

古德祥 张文庆 张古忍

(中山大学昆虫学研究所生物防治国家重点实验室, 广州 510275)

天敌作用的评价方法分为理论方法和实验方法两大类。理论方法一般以数学模型表达。实验方法包括添加法、排除法、干扰法、直接观察法和血清学分析法等。

在稻田生态系统中, 经常应用生命表方法评价捕食作用。庞雄飞等在此基础上, 根据 Morrig-Watt 模型, 提出了排除分析法和控制指数法。但是, 在种群生命表中, “捕食及其它”是作为一个死亡因子的, 难以区分。

捕食功能反应能定量评价捕食作用。但捕食者常常是广谱性的, 在田间, 并不是所有的捕食者都以某一种猎物为食。因此, 需要确定某捕食者取食该猎物的比例。这就要用到血清学方法。基于此, 张文庆等 (1991、1992) 将血清学试验中的阳性反应率与功能反应相结合, 提出了功能反应——血清法, 并就稻田拟环纹豹蛛对三化螟成虫、狼蛛对稻纵卷叶螟的捕食作用进行了评价。这种方法充分利用了室内研究和田间调查资料, 能够比较准确地评价捕食性天敌对害虫的控制作用。

利用血清学试验来分析捕食者消化道内含物, 其历史已有四十多年。最先使用的方法有沉淀试验、双向扩散法、双流免疫电泳、交叉免疫电泳等。近年来, 随着免疫学技术的不断发展, 许多新的技术也不断地被昆虫学家所采用, 并朝着高灵敏度和特异性的方向发展。其中, 酶联免疫吸附检测法 (ELISA) 应用最为广泛。最早将 ELISA 方法引入捕食作用研究的是 Fichter 和 Stephen (1979)。此后, Ragsdale 等 (1981) 应用 ELISA 研究了大豆上一系列捕食者 (不包括蜘蛛) 对稻绿蝽 *Nezara viridula* (L.) 的捕食作用; Miller (1981) 用 ELISA 能将瘤额大小蠹 *Dendroctonus frontalis* 从许多甲虫中区别出来, 并指出了该方法在捕食者——猎物关系研究上的潜在应用价值。Sunderland 等对麦蚜的广食性捕食者的捕食作用进行了广泛而深入的研究。Sopp 等 (1992) 在野外与实验室研究的基础上, 总结和改进了捕食作用的定量评价方法。张古忍 (1994) 利用此方法, 结合田间系统调查资料, 定量评价了早稻食虫沟瘤蛛对稻飞虱的捕食作用。食虫沟瘤蛛对稻飞虱的捕食量, 随着稻飞虱种群数量的增加而缓慢增加, 而捕食率则逐渐降低。从 5 月 18 日的 19.88% 下降为 7 月 1 日的 2.47%。根据相关分析, 捕食量与稻飞虱密度之间的相关系数为  $-0.7007$ , 接近显著相关 ( $P < 0.05$ ), 而捕食率稻飞虱密度之间的相关系数为  $-0.7569$ , 达到显著负相关。由此看来, 食虫沟瘤蛛在早稻群落早期对刚迁入稻飞虱的控制作用要大于后期。倒不是因为捕食率下降的原因, 因为随着稻飞虱的急剧增长, 食虫沟瘤蛛的种群数量不可能象稻飞虱那样增长。

天敌作用的评价方法多种多样, 人们可以根据各自的研究对象和研究目的而选用不同的方法。有时需要采用多种方法进行综合评价。



# 胶茶土壤水分效应

龙碧云

(中科院昆明生态研究所, 昆明 650223)

经过连续二年对西双版纳热带生态站九龄宽窄行密株结构的单一橡胶林(下称单胶林)、橡胶宽行中间种茶树的胶茶林和单茶园的土壤水分动态监测, 结果表明, 胶茶林具有土壤水分有效消耗量增加, 无效消耗量减少和提高深层土壤水分有效性和利用率的良好效应。

雨季, 胶茶林土壤接纳了降水量的 70%, 计 975mm。其中用于植物蒸腾消耗的水量 518.9mm, 分别比单胶林和单茶园多 234.7mm 和 113.8mm; 用于土壤蒸发消耗的水量 84.6mm, 分别比单胶林和单茶园少 22.8mm 和 52.6mm。除满足胶树、茶树生长、生产需水和补充土壤储水外, 还有 264mm 水量渗入 200cm 以下土层或汇入地下水。

在西双版纳地区, 干季历时半年之久。但真正对木本植物形成水分胁迫的时期是每年的 2 月至 4 月。此期间, 降水量极少, 气温高, 烈日炎炎, 故称干热季。这一时期又正是橡胶树开花、抽叶的旺盛生长期, 也是春茶生产和产胶高峰期。因此, 干热季土壤水分对橡胶、茶叶生产尤其重要。

干热季, 单茶园荫蔽度小, 地面缺少覆盖物, 表土暴晒于烈日之下, 土壤水分被强烈蒸发, 形成上干下湿的土壤水分状况。土壤水分在土层中的分布与茶树能利用的土壤水分深度极不协调。茶树根系主要分布在 0—50cm 土层内。这一土层水分蒸发快, 土壤干燥, 含水量仅 13~17%。而 100cm 以下土层储有较丰富的水量, 但由于茶树根系很少穿及而很难利用, 成了土壤水库的死容库。一旦遇上持续高温天气, 在强日光照射下, 茶树叶片就会被严重灼伤, 甚至整株枯死。1979 年普文等地就发生过这种严重旱象。胶茶林土壤则截然不同, 上有层层树冠遮荫, 下有厚厚的枯枝落叶层覆盖(每公顷枯枝落叶量 9 吨以上), 有效地抑制了土壤水分蒸发。水分在土层中分布十分均匀。在 0~200cm 被测土层中, 通体土壤最大湿度差仅 1.67%, 各层间平均不到 0.1%。胶树借助深扎于土壤中的强大根系吸收利用深层土壤储水, 保持上层土壤水分供茶树所需。在胶茶林内, 橡胶给茶树以适当荫蔽, 为茶树创造较单茶园湿润得多的土壤环境。茶树根系主要分布层 0~50cm 土层, 土壤含水量比单茶园高 4.39%, 相当于多 25.86mm 水量。因此, 干热季胶茶林内茶树依然葱绿、清新, 茶叶品质优良。

胶茶林利用土壤水分的最大特点是在整个土层均匀用水。各月土壤水分垂直分布曲线几乎是平行移动。这样在 0~200cm 土层中, 土壤含水量每减少 1%, 胶茶林就能从土壤中获得 25.82mm 的水量供给。胶茶林就是依靠充分利用深层土壤储水来满足它比单胶林和单茶园多得多的需水量。在干热季期间, 胶茶林在 0~200cm 土层中比单胶林和单茶园分别多耗了土壤储水 23.48mm 和 31.32mm。这些水大部分来自 100cm 以下较深土层, 因而提

高了深层土壤水分的有效性。胶茶林对 0~200cm 土层有效水分的利用率分别比单胶林和单茶园提高了 19.64% 和 26%。

# 稻田昆虫群落季节性变动及主要害虫复合防治指标研究

张国安 张炎周 万开元\* 徐冠军\*

(华中农业大学植保系, 武汉 430070)

研究稻田昆虫群落的季节性变动, 为有效地制定防治害虫并保护利用有益生物的措施提供充分的证据。而在水稻的一生中, 不同生育阶段常常多种害虫混合发生, 各种害虫所造成的危害损失又并非简单的叠加关系, 有必要在研究主要害虫单一为害损失和防治指标的基础上研究稻田主要害虫混合种群的为害损失及复合防治指标。为此作者于 1989—1992、1994 年分别在湖北随州、监利等地中稻田对昆虫群落季节性变化及主要害虫复合防治指标进行了研究。

对稻田主要害虫及天敌数量进行了系统调查, 结果表明稻田昆虫群落存在着明显的季节性变化, 即随着水稻生长发育阶段的变化而变化, 中稻分蘖期, 稻田昆虫群落的优势种主要是水稻二化螟和白背飞虱及其天敌蜘蛛、隐翅虫和一定数量的瓢虫; 中稻孕穗期, 白背飞虱虫量升至最高, 褐飞虱数量也不断上升, 但仍较白背飞虱虫量低, 为白背飞虱的 1/6—1/10, 稻纵卷叶螟为害严重, 天敌蜘蛛数量也达最高, 黑肩绿盲蝽也成为昆虫群落中的优势种之一; 抽穗期白背飞虱数量逐渐下降, 褐飞虱超过白背飞虱成为为害水稻的主要害虫, 纵卷叶螟为害也较严重, 天敌蜘蛛和黑肩绿盲蝽数量较大; 乳熟期优势种为褐飞虱、白背飞虱、稻纵卷叶螟以及天敌蜘蛛和黑肩绿盲蝽, 且褐飞虱数量是白背飞虱的 3—15 倍。

在研究稻田昆虫群落季节性变动的基础上, 以二化螟、稻纵卷叶螟、白背飞虱、褐飞虱等几种主要害虫为防治对象, 采用随机区组排列进行小区试验, 定期调查各小区各种害虫的数量, 并保留自然虫量, 使其对水稻造成不同程度的危害, 测定了杂交中稻不同生育阶段各处理间在不同害虫种类和数量组合下的为害损失率, 组建了分蘖期、园杆拔节期、孕穗期和齐穗期的产量损失模型分别为:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 5.8228 + 0.965X_1 - 0.5976X_2 + 0.118X_3 & (R=0.9599^{**}) \\ Y_2 &= 5.8662 - 0.7566X_1 - 0.0189X_2 + 0.0437X_3 - 0.418X_4 & (R=0.9096^{**}) \\ Y_3 &= 103.861 + 0.6735X_2 - 0.0723X_3 & (R=0.9875^{**}) \\ Y_4 &= 7.472 + 0.005X_2 - 0.0099X_3 - 0.0259X_4 & (R=0.9179^{**}) \end{aligned}$$

式中  $X_1$  为杂交水稻受二化螟为害后的枯鞘率,  $X_2$ 、 $X_3$  分别为褐飞虱和白背飞虱百丛虫量,  $X_4$  为稻纵卷叶螟为害百丛小苞数。根据姜淮章提出的公式, 按照每亩稻谷产量 500 公斤, 每公斤价格 0.8 元计算, 水稻分蘖、园杆拔节、孕穗和齐穗期每亩防治投资分别为 5、

\* 武汉市白蚁防治研究所, 武汉 430070



7、9、8元，依次得出这四个时期的经济允许损失率分别为1.6%、2.2%、2.8%和2.5%。将各生育期的经济允许损失率分别代入相应的产量损失数学模型，并参照有关害虫单独为害的防治指标，便可提出杂交中稻各生育阶段对这几种主要害虫复合防治指标，并可列出各主要害虫复合防治指标的参考表，供植保技术人员或农户直接使用。

## 福建集约持续农业的实践与探索

林文雄 吴志强

(福建农业大学，福州 350002)

福建位于我国东南沿海，全省土地面积为1.81亿亩，耕地面积仅占其中的10.25%，素有“八山一水一份田”之称。1994年福建人口约为3138万人，是一个人多地少的省份。建国40多年以来，福建农业在曲折中前进，取得了重大的成绩，但问题也不少。

### 1. 发展过程

1.1 同构同步阶段(1949—1977)，这一时期农业的特点是“以粮为纲”的单一经营，单一层次的平面开发阶段，农业生产局限在只抓“一份田”上，忽视“八份山”，造成农、林、牧、副、渔比例失调，农产品的人均占有量低，人均国民收入<200元。特别是在“以粮为纲”的政策导向下，毁林造田，使森林资源严重减少，山地水份涵养力降低，造成大量水土流失，引起旱、涝灾害频繁发生，使农业生态环境恶化，从而制约着农业的发展。

1.2 异构同步阶段(1978—1984)，1978年以后，随着农村经济的一系列改革，实行家庭联产承包责任制，调动了广大农民的积极性，福建农业出现了转机，1993年粮食总产创历史新纪录。但好景不长，在计划经济的调控下，农业内部的各业比例虽作了同步的调整，农业中非耕地收入有所提高，但仍以粮食生产为主，由于耕地资源少，人口增长快，实行分户经营，按人口以土地等级搭配的均田承包，使耕地化整为零，规模效益少，发展后劲不足。人均收入低于500元，仍然较低。

1.3 异构异步阶段(1985—现在)，这一阶段是福建集约持续农业形成和发展阶段。84年以后，随着改革进一步深入，旧观念的转变，农业开发逐步由群众自发开发向有组织、有规划、有步骤的整体开发，由单一层次的粮食生产转向多层次的农、林、牧、副、渔等多种经营，农业生产结构得到了进一步调整，生产布局开始趋于合理化。农业资源得到合理利用和保护农业环境状况相应地得到了改善，出现了许多持续农业的新典型，农业的生产水平得到了不同程度的改善和提高，人均国民收入已超过一千元，90年达1320元，但发展极不平衡，出现了异构异步和“二元循环”并存的现象。

### 2. 持续农业模式

2.1 山区持续农业 我省山区的生态农业一开始就紧密与国土整治和区域开发相结合，形成了三大效益兼具的产业。如龙岩地区连城县营溪乡山地综合开发模式，南平地区的“芝、麻、观”模式，三明地区的尤溪县小村高效农业综合开发模式等，取得较好的生

态、经济和社会效益。

2.2 沿海平原集约持续农业 这类农业模式是根据平原地区交通方便,信息较灵的特点,走种、养、加集约经营道路,取得较好的效果。如仙游蔗区生态农业,福州市洪山湖心洋生态农场,北郊畜牧场生态农业工程,罗源碧里乡施家坪果林生态村,同安县莲花乡后埔生态村,云霄县大坪生态村,莆田忠门励山村综合农业模式等,都是平原集约持续农业的典型。

2.3 滨海地区和经济特区生态农业 这类农业模式的特点是紧紧依靠该地区市场信息灵通,交通方便,进行高效益的种、养、加和贸、工、农的集约经营,取得良好的经济效益。

### 3. 问题与展望

以上典型反映了一个共同的特点是自觉或不自觉的应用生态学原理,按照各地自然资源特点,以经济效益为目标,调整农业生产结构,进行一业为主,多种经营的区域开发,达到提高效应,良性循环和保护环境的目的。但是发展不平衡,不少地区的农村经济的发展基本上还是采用大量消耗资源经营为特征的传统农业模式,与商品经济极不相适应。加上我们的环境意识薄弱,在建设过程中,重当前利益、忽视长远利益,重开发、轻保护,重速度、轻效益,使自然资源和环境受到极大的损害。加上科研成果与推广服务体系不配套,弃学经商,劳动者素质下降,阻碍了科技成果的推广应用,影响了农业的健康持续发展。因此,应注意加强区域发展机制的研究,改革管理体制,提高劳动者素质,科技兴农,只有这样才能促进我省农业的健康发展,达到高产、高效、持续的目的。

## 作物残茬浸液对玉米幼苗生长发育的影响 ——植物生化互作的研究

王 璞

(北京农业大学植物科技学院, 北京 100094)

植物生化互作 (Allelopathy), 也称化感, 是指植物 (包括微生物) 通过分解释放生物化学物质对其生境共享的相邻植物生长发育产生影响。这种影响既有有利的一面, 又有抑制的一面, 取决于植物的种类, 其所处的生长发育时期以及释放生化物质的浓度, 植物生化互作是自然生态系统中存在的一种普遍现象。此种植物间相生相克机理在作物种植系统中也有着重要意义。可运用于作物轮作, 残茬管理, 耕作实践和生物控制诸方面, 以保护环境, 增加作物产量, 提高整个种植系统生产能力 (Einhellig, 1995)。本研究目的是针对华北平原一年二熟种植制度中前茬小麦或豆类残茬对玉米幼苗生长发育及形态的影响, 以寻求消除其不利作用, 利用其有利影响的途径, 促进玉米幼苗生长发育, 达到提高产量目的。



本试验于 1993 年在联邦德国 Hohenheim 大学人工气候室进行。使用 Knop's 营养液 + Hoagland 微量元素进行水培。营养液设置无氮、1/2 氮及全氮三个氮素水平。小麦秸秆、向日葵、大豆、羽扇豆及蚕豆浸提液以不同浓度（小麦秸秆 0.2—3.0% 其余 0.3—0.9%）加入营养液中。试验进行 14 天。主要结果如下：

1. 试验结果表明，向日葵、大豆、羽扇豆浸提液显著抑制玉米幼苗生长。这种作用随浸提液浓度增加而加剧。向日葵浸液降低主胚根长度 26.1—44.5%，次生胚根总长 36.7—67.7%。大豆浸液处理的玉米，其主胚根长度及次生胚根总长度分别为对照的 63.1—34.1% 及 54.4—47.4%。羽扇豆浸液处理的玉米二者长度分别为对照的 50.9—26.4% 及 41.2—28%。虽然玉米茎叶干重在 0.3% 浸液浓度下有微小提高，但在其它浓度时明显降低。另外，茎叶长度都明显低于对照。

2. 来自叶片、茎和根等不同器官的浸提液有着不同作用。蚕豆叶片浸提液对玉米幼苗的抑制作用强于蚕豆茎秆浸提液。蚕豆叶片浸提液在 0.3—0.9% 浓度范围降低玉米茎叶干重 17.5—45%，而蚕豆茎叶浸提液只降低 7.2—41%。玉米根系干重在两种浸提液中分别降低 30.8—49% 及 5.7—31%。

3. 低浓度小麦秸秆浸提液促进玉米生长发育。例如 0.25% 小麦秸秆浸提液浓度提高玉米茎叶长及干重 12%，次生胚根总长 17% 以及玉米总干重 10.4%。随着小麦秸秆浸液浓度增加（≥0.4%），玉米幼苗生长发育受到抑制。

4. 作物秸秆浸提液对玉米幼苗的作用可以通过不同的供氮水平加以影响。在无 N 营养液中随着浸液浓度增加对玉米的抑制作用显著大于供 N 水平好的营养液。通过合理的养分供应可以消除或减弱浸提液对玉米的不利影响。这与 Chou (1992) 的观察结果一致。

总之，前作残茬对后作玉米存在着抑制或促进 (Allelopathic) 影响，低浓度浸提液促进玉米生长发育。玉米在小麦还田后直播必须注意配合使用 N 肥，以消除不利影响，促进幼苗生长。

## 农业规模经营的规模效益分析 ——以江苏省常熟市的典型调研为例

李伟波

(中国科学院南京土壤研究所，南京 210008)

太湖地区是我国东南沿海经济高速发展的地区之一。随着乡村工业的发展和农村城市化进程的加快，人均耕地不断递减，农业特别是种植业的比较效益低下，严重影响了农民的种田积极性，农业出现萎缩趋势。近十年来大批农民以务工、从副、经商、跑运输等为主务农为副。家庭收入中 90% 以上来自非农业，种植业的比例不到 10%。国家对农业的投入逐年减少，农业后劲不足，农田设施长期失修，世代相传的高产稳产农田抗灾能力减弱，

地力开始退化。在国民经济中处于基础地位的农业，在农民心目中仅仅是依附的和补充的。分散的、兼营式的农业经营方式，很大程度上制约了生产要素的优化组合与资源的合理利用。

农业规模经营，将土地相对集中，由种田能手统一组织生产，成了种田大户。国家和集体给予一些优惠政策和资助，提高其农业机械水平，这样就可以有效地提高土地生产率，劳动生产率和投入产出率。以其规模效益稳定农业，保护农民的种粮积极性，获得良好的社会效益。

接受调查的种田大户共有 45 户。承包耕地总面积 117.72 公顷。户均面积 2.62 公顷。总人口 182 人。劳动力 115 个。时间 1990 年。

#### 1. 产量：

夏粮 89.79 公顷，单产 3.624 吨，总产 325.4 吨。秋粮 117.39 公顷，单产 7.762 吨，总产 911.181 吨。油菜 9.75 公顷，单产 1.89 吨，总产 18.428 吨。全年粮食总产 1236.581 吨，每公顷平均产出 10.5 吨。

#### 2. 对国家贡献：

全年向国家交售粮食 1041.354 吨。每公顷平均售粮 8.846 吨。人均向国家贡献粮食 5.722 吨。劳均向国家贡献粮食 9.055 吨。

#### 3. 经济效益（按 1990 年当年物价水平计）

3.1 农业总收入：总计 83.4521 万元。平均每公顷创收 0.7089 万元。

3.2 农业成本：包括种籽、化肥、农药、请工、机耕、小农具添置、提留上交等费用，总计 50.3511 万元。平均每公顷成本 0.4277 万元。

3.3 纯收入：总计 33.1010 万元。平均每公顷效益 0.2812 万元。人均效益 0.1819 万元。劳均效益 0.2878 万元。

#### 4. 比较效益分析

种田大户每公顷土地每年生产粮食 10.5 吨，高于小农户的平均土地生产率。无论单位面积还是人均或劳均向国家交售粮食均大大高于小农户。户均收入 0.73 万元，相当甚至略高于同时期一人务工、一人务农四口人家庭的纯收入。

显然，种植业的稳定和发展要有国家的政策保护，特别是价格体系的保护。在经济发达地区提倡“以工补农”，推广农业的规模经营，加强城郊型生态农业建设，是稳定农业、稳定社会，促进经济持续高速发展的有力保证。

## 河南省板栗资源及其发展意见

丁向阳

（河南省林业科学研究所，郑州 450003）

河南省是全国板栗四大产区之一，资源丰富、品种众多、板栗总面积 40 万亩，年产量



900 万 kg，在河南山区农业经济中占有重要位置。保护和开发利用板栗资源对河南省山区生态环境改善、生物资源补充利用及经济发展都有十分重要意义。

河南省的板栗主要分布在大别山、桐柏山、伏牛山以及太行山区，其中，年产量在 100 万 kg 以上的有新县、罗山、信阳、商城和光山县，年产量 30 万 kg 以上的县有固始、确山、南召、西峡等县，还有许多县有零星分布。垂直分布大致在海拔 200—900m 的范围内，全省从南至北，呈现由高到低的趋势。目前，河南板栗绝大部分栽培在丘陵山谷的谷地、缓坡和河滩地。因板栗适于酸性土壤，所以，河南东部和中部的碱性土壤区没有板栗种植。

河南省板栗生产目前呈稳步上升态势。全省形成发展板栗的热潮，如南部的新县、光山、罗山、信阳、确山、桐柏及北部的林县都把发展板栗生产作为林业乃至山区经济工作的重点。科研上开展了全省板栗资源调查、低产林改造、良种选育、丰产栽培等一系列试验研究，取得了可喜的社会经济效益。此外，还研制出一批板栗加工产品如栗脯、果茶、罐头等。

板栗主要品种有：豫罗红、确红、七月红、谷堆栗、紫油栗、新县 10 号、大板栗等，这些优良品种都表现出优质高产、抗虫、适应性强等不同特性。

但是，发展中也存在有分布不平衡，品种混杂，管理粗放，技术水平低，病虫害严重等问题。

板栗适应性强，对立地条件要求不高，耐旱耐涝耐瘠薄，投入后见效快、效益高、收益期长，尤其适合山区发展。根据当前板栗生产状况，针对存在的问题，今后在板栗资源开发利用中应着重抓以下几点。

1. 合理布局，平衡发展。在抓好豫南板栗重点生产基地的同时，板栗发展应逐步西移，把西部山区建成河南第二个板栗重点基地。

2. 实行良种栽培和嫁接繁殖。各地因地制宜选择优良品种进行建园或改造，实行嫁接繁殖并搞好技术指导工作。

3. 实行集约经营、科学管理。栗林栽植应集中连片，以利管理。栽植可改大冠稀植为小冠密植。株行距可采用  $3 \times 2\text{m}$ 、 $2 \times 3\text{m}$ ，配置授粉树种，三年具有初步产量，五年达到高产。

4. 开展病虫害防治，提高板栗质量。结合冬季修剪和采取人工灭虫、喷药等措施，防治栗瘿蜂，栗实象鼻虫。

5. 积极进行板栗系列开发。河南板栗产品贮藏加工虽有一些进展，但工作开展太缓，缺乏深度加工，现有加工产品产量、数量也很有限。今后应积极开展板栗系列化加工研究，开发出更多、更新的加工产品，如栗羹、饮料、栗晶、罐头等，提高产品产值，增加经济效益。

# 我国水稻土中产生的挥发性含硫气体的测定<sup>①</sup>

杨震 孔莉\*

(南京理工大学环境科学与工程系, 南京 210094)

在生物地球化学循环中, 硫循环是最复杂的循环之一。硫具有从-2到+6的各种化合价, 并且有大量的有机和无机结合形态。近年来, 由于人类活动的影响, 大气中硫化物含量急剧增加。据统计, 每年自然源发生的含硫气体为  $200 \sim 300 \text{Tg}$  ( $10^{12} \text{g}$ ) S, 人为源发生的约为  $100 \text{TgS}$ 。这些含硫化物进入大气, 可能形成硫酸盐, 导致大气环境酸化, 酸沉降加剧。硫酸盐在大气气溶胶的形成和生长中起到了重要作用, 从而改变大气云层特性, 影响大气臭氧含量垂直分布以及大气热量辐射, 对温室效应有一定贡献。

对自然界硫化物气体的释放和循环的研究是正确评价人为活动对自然硫循环定量影响的基础。国外的研究已表明, 从海洋发生的含硫气体中, 主要是二甲基硫 ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$  或 DMS)。陆地生态系统由于时空变化的复杂性, 各地发生的含硫气体的差异很大。在本文中, 作者首先在实验室对采用我国部分地区水稻土进行培养实验后, 检测其中发生的挥发性含硫气体。然后在野外采用密闭箱法, 对水稻田中含硫气体的发生通量进行了测定。

在实验室将采自江西鹰潭、湖南长沙、广东湛江、江苏吴县、南京等地的水稻土风干磨细后, 在密闭玻璃瓶中进行培养试验。试验条件分为好氧(自然大气状况)和厌氧(瓶中充满氮气)情况。测定结果表明, 这些土壤是产生硫化氢 ( $\text{H}_2\text{S}$ )、氧硫化碳 ( $\text{COS}$ )、甲基硫醇 ( $\text{CH}_3\text{SH}$ )、二硫化碳 ( $\text{CS}_2$ )、二甲基硫 (DMS) 和二甲基二硫 (DMDS) 等含硫气体。每种含硫气体的检测浓度  $0 \sim 18 \mu\text{g/g}$  土之间。同时施用有机肥和化肥后, 水稻土中总碳和总氮量增加, 土壤中释放的挥发性含硫气体明显高于仅施用化肥的土壤。但土壤中释放的含硫气体与总含硫量并无简单的相关关系。在厌氧培养情况下,  $\text{H}_2\text{S}$  和其他还原性有机硫气体的检测是明显高于好氧情况, 在较高温度下, 含硫气体的释放和衰减速度均高于低温时。

在南京进行的田间测定结果, 同样检测出了这六种挥发性含硫气体。DMS 是水稻土中发生的主要含硫气体。它的释放速度在  $4.0 \sim 9.5 \text{mgS}^{-1}$  之间。DMS 的年发生量在  $3.1 \sim 6.5 \text{mgS}^{-2}$  之间。DMS 的季节和昼夜通量变化指出水稻植株的活动大大影响了 DMS 的释放。水稻土的类型和特性、肥料的施用、温度、光照、降雨和其它环境条件的变化都会对水稻土中产生的含硫气体产生一定的影响。因此, 对于中国水稻土中总的含硫气体通量的估算, 还有待于在不同环境条件下的进一步测定。

① 本研究得到瑞典国际科学基金 (IFS) 资助。

\* 南京农业大学动物医学院, 南京 210095



# 农林间作系统辐射传输的动态仿真模型

卢琦 阳含熙

(中国科学院自然资源综合考察委员会, 北京 100101)

农用林业作为一种可持续发展的土地利用和经营方式, 其目的就在于从木本和草本植物共生、共栖的土地单元内获益; 其通常的做法就是把林木以多种排列方式种植于农田和牧场。林木进农田, 打破了单一的种植业格局, 形成了农、林、牧紧密结合的耕作制度和立体种植结构, 形成了生产效率高、生态效益好、经济效益佳的人工生态系统, 提高了土地利用、光能利用和劳动生产率。植物间的互作关系可概括为正效(互助)、负效(竞争)和零效(共存)3种; 农用林业经营管理的目标可确定为高产、稳产、持续。3种关系和3大目标的协同, 需要依照时间效应、空间效应和资源限制性来调整和统筹; 这便是具有广泛适用性的农用林业系统的运作机制。种间互助有利于分化生态位、减小竞争性, 增加总产量、减小产量变幅、保护基础资源; 用等价的生态学和社会经济学概念表述则是边际土地利用的生产率、生态脆弱性和可持续发展。

单株林木遮荫影象的形状、面积与位置, 均随着太阳的视运动而呈有规律的变化。一天内树影移动的轨迹大致呈一个长度有限的蝶形弧带, 带的内弧度与树的枝下高有关, 外弧度则与树高有关, 离树越近, 被遮荫时间越长; 树体越高, 有效遮荫范围越大。不同生长期树冠透光率的变化随叶面积指数的增大而减小; 树荫下的光照强度取决于树木的遮荫能力与入射光强, 远树点的透光率总是大于近树点。泡桐树冠透光率的日变化大致呈“U”字形, 正好和太阳光合有效辐射(PAR)变化相反; 11:00~15:00, 为树冠透光率低谷期, 其间透光率变化不大; 7:00~10:00和15:00~18:00两个时段, 树冠透光率迅速减小或增大; 7:00以前和18:00以后, 树冠没有显著的遮荫效应。

农林间作系统林木在空间的排列方式因植距的不同而界定为疏散型、绿篱型和紧密型三种类型。株、行间的交互遮荫随林木年龄、植距和自身的生物学特性及一年中季节的变化而差异显著。农桐间作系统PAR的变化规律因距树行的距离和泡桐生长季节不同而异; 按树冠透光率的变化分为无遮荫影响(透光率 $>80\%$ )、轻微遮荫影响(透光率 $=40\%\sim80\%$ )和严重遮荫影响(透光率 $<40\%$ )三个时期; 而在严重遮荫期内, 根据PAR的时、空分布, 又可将遮荫影响分成3个带; 无显著遮荫带(PAR削减率 $\leq 10\%$ , 距树行10~20m)、轻微遮荫带(削减率 $=10\%\sim30\%$ , 距树行5~10m)和严重遮荫带(削减率 $\geq 30\%$ , 冠下0~5m)。

农林间作系统辐射传输仿真图形的集成与映现, 是从数学模型入手, 以Windows 3.1为平台, 借助于Windows多媒体开发软件Toolbook为集成工具, 联合实现仿真图形的映现。鉴于农林间作系统结构、树种等要素的多样性和可变性, 动态仿真系统特意设计了可变参数(如植距、树高、太阳高度角和方位角等)的人、机对话输入专项, 以便实现农林间作

系统不同群体(单株、群落)、不同结构、不同季节(春、夏、秋、冬)、不同时段(时间尺度1天,步长0.5小时)辐射传输的仿真图形,以使仿真系统具有较高的实用价值和广泛的适应性。

## 硒和环境富里酸对小麦利用硒及其生长发育的影响

徐 云 王子健 彭 安

(中国科学院生态环境研究中心,北京100085)

硒是人和动物所必需的微量生命元素,生态系统中的硒对人和动物的影响主要通过土壤——植物体系起作用,在中国,人和牲畜缺硒状况相当严重,同时存在硒中毒地区。在土壤——植物系统中,硒的小循环以植物吸收——腐殖化——矿化过程为主,食物中硒含量很大程度上由土壤中能被植物吸收的有效硒量决定,而有关环境中腐殖酸对植物吸收利用土壤硒及高硒毒性影响研究甚少。我们采用水培实验,研究了土壤中富里酸及亚硒酸钠共存时,对小麦吸收利用亚硒酸钠和高硒毒性,以及对种子发芽和生长的影响等问题。实验结果进一步完善了影响高硒和低硒地区硒的生物有效性基本资料。

以冬小麦(*Triticum aestivum* L.)“H-65”品种为实验材料,种子用1%高氯酸消毒30分钟,然后用蒸馏水充分地冲洗,采用Hoagland完全营养液温室培养,温度 $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,光照强度3500Lx,光周期(昼/夜)12/12h,种子活力测定采用暗培养。亚硒酸钠处理组,以分析纯 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 溶于蒸馏水加入培养液中,加有富里酸亚硒酸钠处理组,即同时加入富里酸于培养液中,并使培养液中富里酸的浓度为50.0mg/L。培养溶液pH值用0.1mol/LNaOH或0.1mol/LHCl调节到 $7.0\pm 0.1$ ,每5天更换一次培养液,培养期间以蒸馏水补足每天的失水。

小麦种子以长出胚芽为萌发的标准,计算萌发率;幼苗生长3天、5天及3周后取样,分别测定植株鲜重、株高、芽长、根长等其它指标。种子活力用TTC(2,3,5-三苯基四唑氯化物)法测定; $\alpha$ -淀粉酶活力以单位时间内产生的麦芽糖量计算,用3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖的含量;叶绿素含量用Arnon法测定;电导法测定叶质膜相对透性;酸性茚三酮法测定游离脯氨酸含量;茎叶和根系中硒含量用 $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$ 消化,DAN-荧光分光光度法测定。研究结果表明:

1. 亚硒酸钠形式的硒在适量范围(0.1~1.0mgSe/L),对小麦种子活力、发芽率、 $\alpha$ -淀粉酶活性及幼苗生长(幼苗的鲜重、株高、叶绿素含量)均有促进生长作用,且以0.1mgSe/L硒浓度最适宜,富里酸存在时促进作用更佳。

2. 高剂量的硒(5.0mg Se/L以上),明显降低小麦种子活力、发芽率、 $\alpha$ -淀粉酶活性,使幼苗产生毒性反应,幼苗的鲜重、株高均降低,细胞膜透性及脯氨酸含量增加较显著。而富里酸可减轻高剂量亚硒酸钠形式的硒所产生的毒性作用。

3. 小麦所吸收硒在茎叶和根之间的分配比例不同,主要累积在根部。富里酸对小麦茎



叶和根系硒含量均有显著影响,富里酸明显降低小麦对亚硒酸钠形式的硒吸收利用。

4. 富里酸可增强种子对硒胁迫的耐受性。亚硒酸钠形式的硒抑制小麦发芽的最低浓度为 5.0mg Se/L,有富里酸存在时抑制种子发芽的最低浓度为 10.0mg Se/L。

5. 富里酸对萌发种子根及苗后根的生长有一定的促进作用,在一定程度上可有效地避开逆境胁迫,增强小麦对高硒环境的生态适应性。

## 中亚热带东部丘陵区农业生态系统多样性与演化机制<sup>①</sup>

彭廷柏

(中国科学院长沙农业现代化研究所,长沙 410125)

我国中亚热带东部地区属于亚热带季风气候区,光温水土与生物资源丰富,地貌类型多样,传统农业比较发达,80年代兴起的沿海开放地带与区内城市的经济辐射作用不断加强,形成了结构、功能迥异的多种农业生态系统。研究该区农业生态系统的多样性及其演化机制,对揭示农业生态系统发展原理,指导农村生态、经济建设有重要的科学意义和现实意义。

### 1. 农业生态系统的多样性

农村改革前,中亚热带东部地区农业是只经营耕地的以粮为主的粮猪型结构,对非耕地土地投入很少,多系掠夺性经营。因此,该区农业生态系统结构基本同构、经济、生态发展水平基本同步。农村改革中,农业开发领域由耕地资源迅速扩展到非耕地土地(山丘岗地、庭院与水面)资源和社会经济资源,农村产业由耕地种植业迅速扩展到林(含果茶等)牧副渔业,和非农产业(第二、第三产业),农业生态系统结构多元化,经济、生态功能差距拉大,由“同构同步”变为“异构异步”。

调查、采集该区 89 个样本县、164 个样本村的农业资源利用状况和经济、生态发展水平资料,采用模比系数法、系统聚类法、多指标综合评价法进行分类,县城农业生态系统划分出 4 种类型:工业主导型 14 个,占样本数的 15.7%;农工并重型 31 个,占 34.8%;农业综合型 33 个,占 37.1%;农业单一型 11 个,占 12.4%。分析表明,工业主导型的经济水平高、生态状况好;农工并重型的经济水平较高,生态状况较好;农业综合型的经济、生态水平中等;农业单一型的经济、生态水平较低。村级农业生态系统划分出 12 种类型,其中 4 种类型(34 个村,占样本数的 20.7%)属于非农业产业型,农村总收入中第二、三产业收入占 70%左右;6 种类型(54 个村,占 32.9%)属于综合型,农村总收入中耕地、非耕地土地、非农产业收入比重为 4:4:2;2 种类型(76 个村,占 46.4%)属于单一型,农业总收入中耕地收入占 65%以上。如同县城农业生态系统一样,村级农业生态系统的经济、生态功能也是非农产业型>综合型>单一型。

<sup>①</sup> 本文是国家自然科学基金资助项目的部分研究结果。

## 2. 农业生态系统的演化趋势与发展机制

经对该区农业生态系统农村改革以来的演化过程和不同经济生态类型之间的对比分析,说明农业生态系统总的演化趋势是由单一型(经营耕地为主)向综合型(综合经营耕地、非耕地土地、第二、三产业)、非农产业型(经营非农产业为主)演化,经济生态水平亦将随之不断提高。

研究说明该区农业生态系统发展的作用机制主要是农业生态系统中主导生产项目或产业的生产要素容量与比较效益的驱动作用,其次是系统结构的协调作用、集体经济的调控作用以及自给性生产(粮食等)现商品性生产“二元循环”的稳定与持续发展作用等。

## 3. 小结

3.1 农业生态系统由单一型发展为综合型和非农产业型,必然导致农业生态系统的多样性。

3.2 农业生态系统的经济生态功能随着系统结构的发展而提高,但生态滞后于经济,在人的调控下,可以实现生态、经济的协调发展。

3.3 因地制宜开创主导生产项目或产业,是推进农业生态系统顺向演化的关键措施。

# 江南红壤丘陵山区生态脆弱性研究

李迪华

(北京大学城市与环境学系,北京 100871)

我国长江以南、南岭—武夷山地以北,从湘中丘陵到浙江西部丘陵山地的广大地区,地处中亚热带腹地,属亚热带大陆季风气候区,地带性土壤为红壤。该区是我国重要的农、林、牧、渔业综合发展区域,开发历史悠久。人口密度大,人均耕地面积少,过度的土地开发使自然生态环境受到极大的破坏,水土流失严重,水旱灾害频繁,部分地区生态环境恶化。该区农业生产的发展和生态环境的保护对保持粮食生产的稳定乃至经济与社会稳定均有重要影响;在该区进行生态脆弱性研究,探讨生态环境的综合整治具有十分重要的意义。

生态系统区别于非生命系统的一个最显著特征,是生态系统通过绿色植物光合作用而具有生产力,并通过物质的循环和能量的流动维持整个生态系统的平衡与发展。生态系统生产力的高低是由各个生态因子共同作用决定的,生态系统通过自我生产,具有一定的抵抗外来干扰而保持稳定的能力。干扰使生态系统的生产力和物种结构发生变化,不利的干扰使其生产力停滞、下降,甚至使整个系统崩溃。对于一定强度的干扰,系统能通过自身的生产力“修补”干扰带来的影响,即系统在特定的环境条件下生产力越高,对付干扰的“修补”能力越强,生态系统越稳定,生态系统脆弱程度越低;反之,则系统越脆弱。生态系统的生产力能反映生态系统的脆弱程度。

研究区的生态脆弱性可以从4个方面分析:

1. 景观(或区域)自然生产力的高低、局部地区气候、地形、地表物质和土壤决定了



该区域土地的自然生产力。自然条件下平原区、降雨量大的地区和板页岩地区的生产力高,是主要的生态稳定区;石灰岩和紫色砂页岩区、雨影区生产力低,是主要的生态脆弱地区。

2. 景观或生态系统的稳定性和自我恢复能力 这是衡量生态脆弱性最直观的指标。脆弱生态系统通常具有几个方面的特点:容易受到自然或人为因素的强烈干扰,在强烈的干扰(如干旱、过度开垦)影响下,生态系统的发展受到限制,明显地表现出生态系统的脆弱性;抵抗外来干扰能力差,系统稳定性差;受干扰后景观或生态系统的自我恢复能力弱。

3. 敏感生态因子的存在与作用 研究区内与生态脆弱性有关的敏感生态因子包括两种类型,一是自然生态系统中本身存在的生态限制因子,如雨影区水是一个限制因子,石灰岩地区土壤是限制因子。限制因子的存在制约了景观或生态系统的生产力的发挥,成为导致生态脆弱性的敏感生态因子。另一类敏感生态因子是在人类活动(如不合理耕作和过度开垦)激发下产生的,在未开垦或合理的生态保护条件下,没有现在人们所遇到的这些生态限制因子和这样严重的生态问题。例如花岗岩区和紫色砂页岩区严重的水土流失使土壤和水都成为这些地区的生态限制因子,土地生产力下降,生态环境恶化。研究区域内的许多有名的生态环境恶化地区如江西的泰和、湖南的邵东和衡阳部分地区都属于这种情况。

4. 强烈的人类活动的影响 在人口密度大、耕种面积少、社会经济相对发达的平原丘陵地区,自然生态系统(景观)的生产力很高,敏感生态因子的作用本来不明显。但许多这种地方却表现出严重的生态问题,如水土流失、土地退化、环境污染等。其原因是在强烈的人类活动影响下,自然环境急剧恶化,变得面目全非。但一旦加以保护,环境的改善和恢复十分迅速。这些地区强烈的人类活动支配了环境状况,生态脆弱性只是在强烈的人类活动干扰下才明显地表现出来。例如湘中的长沙、湘潭地区,八十年代初水土流失十分严重,八十年代中期以后由于农村节能技术的引进、经济的发展使得农村生活燃料结构由燃柴为主向燃煤为主转变,短时间内该区的生态环境便得到恢复和改善。

通过以上分析可以进一步探讨研究区生态脆弱性的成因、性质,进行区划和制定脆弱生态环境整治战略。本文将研究区分为5个一级生态脆弱区,其中3个进一步分为6个亚区,根据生态脆弱类型探讨生态环境综合整治。

## 假眼小绿叶蝉自然天敌控制作用的评价

王沅江 庞雄飞 谢振伦

(华南农业大学, 广州 510642)

假眼小绿叶蝉 *Empoasca* (*Empoasca*) *vitis* (Gothé) 是我国茶区危害茶树的常发性害虫,一般可造成减产15%左右,多的可达50%,甚至致使夏茶失败。50年代,茶树害虫在我国主要是茶毛虫、茶刺蛾、茶蚕等,60年代初期由于大量使用非选择性杀虫剂,致使次要害虫上升为主要害虫,其中小绿叶蝉是最典型的一种,从60年代以来,小绿叶蝉危害损失居高不下,对其防治研究主要是从改善用药出发,难以从根本上解决问题;近年来对其

天敌控制研究也侧重于对捕食性天敌——主要是蜘蛛的研究。本文作者通过实验观察,检查到了小绿叶蝉卵寄生蜂——缨小蜂(*Anagrus sp.*),并调查了卵期的寄生率,通过运用庞雄飞等提出的以作用因子组配的自然种群生命表方法,把寄生作用和捕食作用纳入到小绿叶蝉的种群系统中,从而分析各作用因子控制作用大小,主要结果如下:

由田间调查收集和室内试验,计算得到该种缨小蜂的卵寄生率为41.96%。

应用生命表和排除作用控制指数可以评价假眼小绿叶蝉种群发展过程中的各种因子控制作用的大小,本试验通过建立假眼小绿叶蝉在5—6月发生高峰期世代s的自然种群生命表,得出结果其种群数量趋势指数( $\lambda$ )为1.09,说明其下一代的发生数量将会维持当代数量水平。在各期作用因子中,卵期的寄生、若虫和成虫期捕食是重要的控制因子,如果排除寄生和捕食,其下一代的种群数量将分别是当代的1.7倍和1.9倍,因而提出对于卵寄生蜂——缨小蜂的控制作用值得进一步的研究。

从自然园与化防园的种群趋势指数来看,尽管施用化学农药对假眼小绿叶蝉能起到一定的作用,但由于化防园中不存在卵期的寄生作用,捕食控制作用也小,其下一代假眼小绿叶蝉的数量是当代的2.71倍,是自然园的2.49倍。

通过模拟采摘得出的生命表结果表明,当按一芽三叶标准采摘,采尽率达100%时,自然园和化防园的下一代种群数量将分别是当代数量的0.01倍和0.03倍,尽管在实际中不可能完全按此标准进行采摘,但可以看出采摘对小绿叶蝉的控制作用是相当大的。

## 小麦根区土壤微生物分解小麦残体产生的生化他感物质及其生物活性的研究<sup>①</sup>

马瑞霞 刘秀芬 孙思恩 袁光林

(中国科学院生态环境研究中心,北京100085)

有关秸秆在土壤微生物分解过程中,会产生有毒物质危害下茬作物的生长,国外报导较多,而国内研究较少。T. M. Mccalla 和 F. L. Duley 认为,秸秆覆盖影响玉米长势,特别是在多雨年分,这种影响更为明显。有研究者发现每一公顷用5—10吨麦秸覆盖土壤,玉米平均发芽率减少44.92%。马永清等人在河北南皮县所做的麦秸覆盖玉米试验中发现,在雨量多的年份,覆盖麦秸对玉米早期生长发育有抑制作用,主要表现叶片发黄,增施化肥也无济于事。笔者在聊城科技农业园试验田中也发现,在有麦茬的洼地积过水干后播种玉米,或在多雨情况下播种玉米,幼苗长势差,弱小而发黄,导致严重减产。本文将与作物生长密切相关的根区化感作用为研究重点,将小麦秸秆分别在PH5、PH7和PH8条件下腐解,定期分离,鉴定小麦残体分解中产生的化感物质,并研究其生物活性,以及这类物

<sup>①</sup> 国家自然科学基金支持项目



质产生的规律,揭示小麦自身中毒及抑制夏玉米生长、导致减产的化学机理,为农业增产及合理利用秸秆还田产生更高的经济效益,提供科学依据。通过研究得出以下结果:

### 1. 小麦秸秆腐介物的提取液对小麦、玉米等作物种子萌发的化感作用

小麦秸秆腐介 24 小时后,腐介物的酸性提取液,对小麦及玉米都表现出抑制作用 ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )。其中以 PH5 处理的提取液抑制效果更为明显。小麦根长、芽长分别比对照短 77%、20%,玉米的根长、芽长分别比对照短 77% 和尚 68%。所有碱性提取物,抑制作用不明显,反而对小麦根和芽有一定刺激作用。到第 2 周时,对小麦,玉米的抑制作用达到最强烈 ( $P < 0.01$ )。到第 4 周时,各处理的酸性提取物对小麦、玉米的根长、芽长都具有显著的刺激作用 ( $P < 0.01$ )。

### 2. HPLC, GC 和 GC-MS 分析结果

小麦秸秆腐介 24 小时的酸性提取液中,谱图中峰中且峰值高,但在碱性提取物的谱图中,谱峰及出峰时间与酸性提取物的不一致。第二周的样品抑制作用更强。谱图峰多也更高。第四周的样品大多表现刺激作用,谱图峰相应减少,这与生物检验结果相稳和。峰多而强并非完全与其作用强弱成正比,但确实存在着一定的相关性。上述物质通过 GC-MS 鉴定,第 1 天的 PH5 的酸性提取物中被测定出 22 种化合物,主要为酸类、酚类、醛类、醇类及酮类。PH7 的酸性提取物中被测定出 11 种化合物,PH7 的碱性提取物中被测定出 13 种化合物,未测定出酸类物质,酚类也只有 1 种,其中含有氮及氮杂环化合物,因此它具有一定的刺激作用。

### 3. GC-MS 鉴定出的酚酸类化合物的生物检验结果

选择了二甲基戊酸,正己酸,戊酸和丁酸,实验对小麦种了生根及发芽的化感作用。500ppm 的戊酸和己酸对生根抑制效果分别从对照的 12.9 毫米降至 2.5 和 5.5 毫米,对芽抑制从对照的 3.5 分别降至 1.5 和 1.35 毫米。500ppm 的二甲基戊酸和正己酸对芽的抑制分别从对照的 3.55 降至 0.25 和 1.45 毫米,二甲基戊酸在 500ppm 时,对芽抑制最强,仅为对照芽长的 7%,但是在浓度小于 100ppm 时,这两种化合物对根和芽都表现出刺激作用。

## 农桐间作生态系统物质循环和生物量的研究

蒋建平 刘廷志

(河南农业大学,郑州 450002)

泡桐是我国重要的速生用材树种之一,由于泡桐枝叶稀疏、根系分布深,适合与农作物间作。泡桐与农作物间作形成的农桐间作生态系统,在水肥供应及光能分配与利用方面,有独特的规律性。黄淮平原地区,农桐间作已成为实现平原绿化的主体工程,在改善生态环境、促进农作物高产稳产方面,有着重要的生态作用。作者在农桐间作生态效益和经济效益研究的基础上,对农桐间作生态系统物质循环和生物量进行研究,试验基地设在河南省禹县褚河乡和河南省扶沟县江村乡,通过建立长期生态定位观测站的方法,对农桐间作

生态系统中降水分配, 泡桐、农作物蒸腾和土壤蒸发, 泡桐与农作物对矿质养分的吸收、归还、存留规律, 光照的分配利用及生态系统生物量进行了 10 多年系统地观测。取得了四个方面研究结果:

1. 农桐间作生态系统水分循环规律的研究, 证明虽然由于泡桐的蒸腾和树冠截留, 增加水分消耗途径和减少了田间有效降水, 但由于树冠的挡风、遮荫和降温作用, 使生态系统中土壤蒸发和农作物蒸腾强度显著降低, 因而在干旱的条件下同不间作的对照相比, 水分平衡绝对值显著减小, 减小量因造林密度不同而不同, 造林密度  $5 \times 40$  米时, 水分循环平衡绝对值比对照小 8.3%, 造林密度  $5 \times 10$  米时, 水分循环平衡绝对值比对照小 27.1%。

2. 农桐间作生态系统矿质养分生物循环的研究, 证明了生态系统中矿质养分生物循环亏损量随造林密度的增大而显著增大, 而树龄增大无显著影响。因此, 从矿质养分的生物循环的角度看, 调整农桐间作生态系统中泡桐的密度结构, 可以显著减少矿质养分生物循环亏损量, 但当泡桐造林密度小于 25.5 株/公顷时, 农桐间作矿质养分生物循环亏损量与对照相比, 差异不显著。

3. 农桐间作生态系统光照条件的研究证明了泡桐群体结构对光照分配影响较大, 密度、树龄、行向和生长季节不但影响树冠遮荫面积, 而且还显著地影响树冠透光率。一般南北行向, 行距 50 米以上, 轮伐期 8—12 年, 这种结构模式可以保证行间投影不相重叠, 小麦灌浆期透光率可达 35%, 透光量 18,000LUX 以上, 保证小麦的光照条件。

4. 研究证明泡桐群体结构对农桐间作生态系统生物量有显著影响, 8—9 年生 4 种类型农桐间作生态系统年生物量和小麦年生物量测定结果是, 以农为主间作型是大, 以桐为主间作型最小, 合理的间作模式, 小麦比对照增产 4.7%, 经济效益提高 15.2%。

## 从生态角度研究胶茶群落结构的最佳模式

单 勇

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

胶茶群落是以巴西橡胶 (*Hevea brasiliensis*) 为上层树种, 云南大叶茶 (*Camellia sinensis* var. *assamica*) 为林下成员植物, 经过科学组合建立起来的双层人工经济植物群落结构, 它是我国独创, 并自 70 年代开始在我国热区大面积推广和经营的集约生产方式。目前主要推广地有云南、海南、广东、广西等省区。海南推广面积最大, 已建成 20 万亩规模的试验、示范生产基地。

胶茶群落的研究起始于 60 年代初, 经过 20 多年的试验、示范和大规模的生产研究表明, 不仅在时空上协调地利用了光、热、水、土等环境资源, 提高了单位面积的生产力, 还为不断改善环境质量, 抑制水土流失, 增进土壤肥力和解决寒害、风害、虫害等方面开辟了新的途径, 尤其为进一步开发我国橡胶和大叶良种茶生产, 繁荣海南垦区经济作出了巨大贡献。



但是, 由于胶茶群落从小区摸索试验到大规模示范生产经历了 20 多年历史, 它是由云南西双版纳逐渐向全国热区推广应用的, 各推广地的地理位置和自然条件不同, 气候因素差异比较悬殊, 因此实际应用的配置方式和结构类型是多种多样的, 有的结构类型和配置方式比较理想, 但也有相当部分效益较差, 缺乏科学性, 不符合现代生态农业和集约化生产的要求, 为了建立海南胶茶人工群落新一代结构模式, 本文在 1985 年“胶茶人工群落研究与推广”取得阶段性成果的基础上, 进一步从生态角度论述了构成最佳胶茶群落结构的基本要求和条件, 提出规模化生产基地亩产干胶、干茶超双百公斤的经济技术高产指标, 并对海南景区目前推广面积最广、较具代表性的胶茶群落单列式(街道式); 双列带状式(双龙出海式或宽行密株篱笆式); 双列丛种式(断墙式)三大结构类型的株行距(米×米)分别为  $2 \times 10$ ;  $2 \times 12$ ;  $2 \times 14$ ;  $2 \times 16$ ;  $3 \times 10$ ;  $3 \times 12$ ;  $3 \times 14$ ;  $3 \times 16$ ;  $2 \times 2 \times 12$ ;  $2 \times 2 \times 14$ ;  $2 \times 2 \times 15$ ;  $2 \times 2 \times 16$ ;  $2 \times 2 \times 18$ ;  $3 \times 2 \times 12$ ;  $3 \times 2 \times 14$ ;  $3 \times 2 \times 15$ ;  $3 \times 2 \times 16$ ;  $3 \times 2 \times 18$ ;  $4.4 \times 1 \times 14$ ;  $5.5 \times 1 \times 14$ ; 等 20 种植规格进行了植胶密度与胶、茶生产潜力相关因素的预测评估研究和分析。最后, 以胶茶人工生态系统业个综合整体, 兼顾胶、茶两者经济、社会、生态三大效益为原则, 确定了双列带状式中  $2 \times 2 \times 15$ ;  $2 \times 2 \times 16$ ; 和双列丛种式的  $4.4 \times 1 \times 14$ ; 的两种类型三种种植密度为海南胶茶人工生态系统的优化结构模式。此三种结构模式可考虑作为海南胶茶群落今后深层次再改造和持续发展的理论和实践依据。

## 豚草化感作用研究

王大力 祝心如

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

豚草 (*Ambrosia artemisiifolia*) 和三裂叶豚草 (*A. trifida*) 是我国东北地区和长江中下游地区的两种一年生菊科恶性杂草, 于四五十年代传入我国, 并迅速蔓延开来, 已形成对自然植被和农业生产的巨大危害, 这主要是由于两种杂草的强大的吸水吸肥能力和旺盛的生命力形成了对自然植被和农作物的竞争, 但化感作用在两种杂草蔓延和危害中是否也起作用呢? 这便是本文的研究目的。

首先进行了三裂叶豚草在农田中的分布规律研究, 发现由于三裂叶豚草向农田的侵入使作物生长矮小瘦弱。

进一步对两种杂草对农作物的化感作用进行研究并发现:

1. 豚草的挥发物对小麦种子的萌发有较为明显的抑制作用, 同时对玉米幼根的生长有较为明显的抑制作用。
2. 豚草和三裂叶豚草的茎叶水浸液对农作物的种子萌发, 幼苗初期生长有较为明显的抑制作用, 尤其是对大豆和玉米。
3. 豚草和三裂叶豚草的根水浸液对农作物的种子萌发, 幼苗初期生长作用不明显。
4. 未观察到豚草和三裂叶豚草的根区土壤水浸液对农作物的种子萌发, 幼苗初期生长

有明显作用。

5. 豚草和三裂叶豚草的植株水浸液对农作物的种子萌发、幼苗初期生长的作用随采样部位、浓度的不同而显示出不同的作用。

6. 豚草和三裂叶豚草的茎叶水浸液的乙酸乙脂萃取液对玉米和小麦的种子萌发的抑制作用较大。

7. 豚草和三裂叶豚草的茎叶水浸液的化感作用较为明显, 这应是两种豚草蔓延的原因之一。

8. 豚草和三裂叶豚草的化感有效成分可能是一种或几种亲水性较大的有机物。

对两种豚草的挥发物、茎叶水浸液、根水浸液进行分析, 结果表明主要的他感物质可能为:

豚草挥发物:  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、莰烯、2-冰片烯;

豚草茎叶水浸液: 桉树脑、樟脑、冰片、 $\beta$ -蒎烯、勾叶桉醇、3-乙烯-1-醇、2-甲基苄氰、异丁子香酚、法尼烯、橙花叔醇、3-羟基壬酸、壬二酸、3, 4-二羟基苯甲酸等;

三裂叶豚草挥发物:  $\alpha$ -蒎烯、2-冰片烯;

三裂叶豚草茎叶水浸液:  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、2-冰片烯、马鞭烯酮、法尼烯、橙花叔醇、3-羟基壬酸、3, 4-二羟基苯甲酸等。

总之, 通过研究发现两种豚草在农田蔓延, 对农业生造成危害, 其化感作用是不可忽视的重要原因。

## 克生化学物质的分离、鉴定与生物活性的研究<sup>①</sup>

刘秀芬 马瑞霞 袁光林 孙思恩

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

克生作用在农业生态系统中起着重要作用, 当前研究重点: (一) 减少克生的有害作用, 提高作物产量; (二) 根据克生作用的生物机制, 开发新一代无公害的生物农药和作物生长调节剂。因此, 克生作用的研究, 对于农业增产和保护生态环境, 提供了机遇和途径。

本项目的研究目的在于建立分析方法和生物活性检验技术, 分析小麦根际区土壤和土壤溶液中的化学物质, 鉴定并经生物检验确定具有克生作用的某些化学物质, 并研究其对某些作物的克生作用, 为进一步研究克生物质的来源, 克生作用的机制以及利用克生作用提高作物产量打下基础。

本文报道的采用GC及GC-MS法分析小麦根区土壤和土壤溶液样品的提取物, 鉴定出各类化合物五十多种, 主要有酸、醛、酮、醇、酚、酯及烃类化合物, 其中对一叔丁基苯甲酸是以前文献中从未报道过的新的克生物质。我们从中选择了有代表性的三种化合物

<sup>①</sup> 国家自然科学基金支持项目



进行了重点研究, 结果表明:

1. 十四烯-1 对玉米、小麦的萌发率与对照比没有差别, 即使是选择对萌发快速敏感的种子, 如田菁和稗子, 结果也表明没有差别。在 0~500mg/L 的浓度下, 对小麦、玉米、田菁、稗子种子的根生长没有影响, 即使浓度在 2000mg/L 时, 也没有影响, 因此, 十四烯-1 不属于克生化合物。

2. 苯甲醛, 浓度在 200mg/L 以上对小麦、玉米的萌发具有明显的抑制作用, 在 200 及 500mg/L 时, 对小麦和玉米的萌发率分别为对照的 91%、74% 和 82%、75%, 但在 50 和 100mg/L 时, 对玉米萌发具有刺激作用。苯甲醛对小麦、玉米、田菁种子的根生长也有明显的抑制作用, 在浓度达到 500mg/L 时, 三种物种的根长分别由对照 21.5、25.8、10.6mm 降至 13.8、10.9、7.9mm。

3. 对一叔丁基苯甲酸, 是由我们实验室鉴定出的具有较强克生作用的化合物, 在浓度为 100、200 及 500mg/L 时, 对小麦、玉米、稗子的萌发抑制率与对照比, 分别达 91、87、41%; 84、68、7% 及 79、53、35%。试验它对小麦、玉米、稗子根生长的影响, 结果表明, 随浓度的增加 (100—500mg/L), 对三种作物生长的抑制作用明显增强, 呈正相关性, 如在 500mg/L 时, 根长已从对照的 23.6、17.9、30.3mm 分别降至 5.6、3.5、6.2mm。但浓度小于 50mg/L 时对小麦、玉米的根生长都有刺激效果, 这是一种严重危害作物的克生化合物。

4. 阿魏酸是文献上多次报道过的克生化合物, 在 200mg/L 以上对小麦萌发略有抑制作用, 但是对玉米萌发, 浓度在 100mg/L 以上就有明显的抑制作用, 与对照比较抑制萌发率分别达到 86、67、84 和 86%。对小麦、玉米和稗子根生长的抑制作用结果表明, 在 500mg/L 时, 根长由对照的 23.5、18.3、30.4mm 分别降至 17.2、13.8、18.5mm。当浓度小于 50mg/L 时, 也表现出刺激作用。

## 维持生态平衡是发展绿色食品的基础

蔺兴润

(中国科协学会管理服务中心, 北京 100081)

### 1. 生态平衡与健康

人类生存于大自然生态环境之中, 互相依存、互相制约, 平衡时则健康, 失衡时则患病。当今倡导环境保护和讲究卫生, 就是维持自然环境生态平衡和维持自然环境与人类之间平衡, 两个平衡的实现达到了防病保健目的。但在实际生活中, 农村的小儿佝偻病发病率并不比城市高, 这是由于农村的阳光、空气、绿野、山川和大地的良好生态环境以及新鲜的五谷杂粮、蔬菜、水果、鱼肉、禽蛋等天然食品对人体更加有益, 因而“回归自然”“反朴归真”已被越来越多的有识之士所公认。

人体生命科学是举世公认的最为复杂的一门科学。

“无病即健康”的概念已经过时，世界卫生组织确定的新的健康定义是“人从机体到精神对社会生活的完满适应。”

健康是人的一种权利，但它并不是可以自动拥有的。人的机体脆弱，易受损害，且生态系统似乎日益不平衡，以及有限的卫生资源无法成功解决新老问题，面向二十一世纪即将到来新战略未来工作的根本问题是如何在确保健康与环境不被经济发展所破坏。维护行动从生命开始时做起，期望到2000年维持生态平衡的创造人类赖以生存发展的良好环境使得人的健康状况达到一个新水平，人民将可拥有一个更长寿更健康、生存质量更高的未来。

## 2. 发展绿色食品，利在当代，功在千秋

茫茫宇宙迄今只有地球存在生命；地球繁衍了人类，今天五十多亿人依此生存。

人只活一次，有权利生活得更好，人都有子孙，有责任福泽后世。

食品联结着人们今天的权利和明天的责任，食品是人类生存和发展的重要物质基础，随着我国经济的发展和我国人民生活水平提高，及时地引导我国食物结构的改革和调整，促进食品生产和消费的协调发展；并尽快建立起科学合理的食物结构，已经成为关系到我国国民整体素质提高和国民经济发展与繁荣的一项十分迫切而重大的任务；另一方面，我国的社会经济基本特征和资源环境约束状况表明，如果不把合理使用资源、保护生态环境纳入经济发展之中统筹考虑，经济增长就难以持续，因此建立我国可持续发展的食品生产开发体系和保持与之相适应的可持续利用资源和环境基础，应当成为我国食品生产开发的战略目标。

随着生活水平的提高，人们对食品的消费也在不断升档，消费者对食品在营养、卫生、安全、保障上提出了更高要求。因此，不含有害物质残留或残留量在安全标准以内的无公害以及绿色食品开发将成为农业生产和食品加工的必然趋势。

“绿色食品”是安全营养、无污染类食品的总称，并非指蔬菜等绿颜色的食品，绿色食品七十年代开始问世，目前在国际上已形成了国际社会认可的生产标准，即：从原料产地的生态环境到农药化肥的使用，从食品品质卫生到包装储运，都有高于普通食品的标准，即实行从田地到复杂的全程质量控制。

绿色象征着生命、健康和活力，也象征着环境保护和农业。绿色食品是无污染的安全优质营养类食品的总称，开发绿色食品是人类注重保护生态环境的产物，是社会进步和经济发展的产物，也是人们生活水平提高和消费观念改变的产物。

绿色食品的开发是利国利民、造福子孙之举，它将逐步改变我国农业和食品工业的传统格局，实施开发绿色食品工程并非自然农业，传统农业的回归，而是现代农业加速发展，从而带动生态条件的优化，推进农业现代化进程，逐步实现经济效益、生态效益的良性循环。

1972年斯德哥尔摩联合国人类环境会议上首次提出“生态农业”概念，随后生态农业在许多国家兴起，提倡在食品原料生产、加工等各个环境中树立“食品安全”思想，生产没有公害的污染的食品。

人的整个生命过程时刻需要营养供给，食品是人类生存、繁衍的每一物质需求。因此，自从人类产生以来就无时无刻为获得足够的食品而辛劳，原始耕作方式的传统农业不能供给人们足够的食品，不能保证足够营养，而依赖化工产品的现代农业又不能供给人们自然品质的食品，更不能保障人类健康，而绿色食品生产以其高科技为手段，以净化环境为基



础,对食品生产全过程进行无污染质量控制,既保证了食品不受污染的品质,又有效地改善了营养,促进了人们健康,开发绿色食品是一件提高国民身体素质乃至子孙后代身体素质的重大举措。

## 华南农区的植物他感作用研究<sup>①</sup>

骆世明 孔垂华 曾任森等

(华南农业大学热带亚热带生态研究所,广州 510642)

在华南农区由于年均温高,降雨量大,地形多样,适生的农林植物品种多。在长期的农业实践中,形成了众多类型的农林复合群落,如混交林、林草、林药、果草、果药结合形式和农田间套复种方式。这些复合群落中植物间的光、温、水、养分、病虫关系已经受到广泛的关注,然而植物间以他感作用(Allelopathy)为主的化学相互作用研究才刚刚开始。农区植物间的他感作用研究将有利于合理设计林果复合群落、农田耕作制,有利于解释群落衰退和林中植被结构的特点,有利于研究新的除草方法和探讨生物除草剂。

本课题采用了野外实地调查、盆栽种植和以种子萌发生长和杂草茎节萌发为主的生物测定方法确定他感作用。供体地上部水溶性他感物的收集采用淋出物或浸出物收集,地上部挥发性他感物采用封闭环境下的生物测定和水蒸汽蒸馏收集法,地下部他感物采用水培方法,并用循环水通过XAD-4树脂吸附他感物的方法,还采集纯植物群落下的土壤作生物测定。在确定他感作用的存在之后,进一步分离和鉴定主要的他感作用物质。分离方法包括萃取、柱层析、高压液相制备等,化学成分鉴定采用熔点、红外光谱、核磁共振、气相色谱-质谱等方法。研究表明:

1. 有自毒作用的植物有:花生、大豆、绿豆、茶、木麻黄、蟛蜞菊。
2. 有他感作用的植物有:木麻黄、柠檬桉、隆缘桉、尾叶桉、香茅、胜红蓟、蟛蜞菊、番茄、茶、三叶鬼针草、马占相思、马尾松。这些植物的地上部水溶物都有他感作用。证实地上部挥发物和根分泌物有他感作用的有三叶鬼针草、胜红蓟、香茅、蟛蜞菊、柠檬桉、番茄等。
3. 他感作用存在高浓度时有抑制作用,低浓度有促进作用的现象。已证实桉树挥发油和蟛蜞菊水抽提物对萝卜幼苗生长有这一现象。
4. 已证实糖蜜草、凤尾竹、白茅、铺地木兰、马唐、大叶桉地上部水溶性物质对萝卜、水稻、黄瓜的种子萌发无明显的他感抑制效应。
5. 他感作用的强度与环境有密切的关系。胜红蓟水抽提物和柠檬桉树叶的他感物含量与降水量成反比。柠檬桉水溶性他感物在土壤中易被降雨淋洗,而挥发油一旦被土壤吸附则不易被雨淋洗。木麻黄水浸提液在不同浓度下对萝卜、生菜、稗草的作用试验表明,在

<sup>①</sup> 国家自然科学基金、国家应用有机化学重点实验室(兰州大学)和元素有机化学重点实验室(南开大学)开放基金资助课题。

非最适条件下抑制作用更显著。种植蟛蜞菊的土壤对其它种子萌发与生长的抑制率随着种植年发的增加而呈增长趋势。

6. 他感作用成份分离鉴定结果表明, 茶叶中的多酚与咖啡因的抑制作用相当于水浸提液作用物 73.6%, 胜红蓟的他感物成份中分离出胜红蓟素和  $\beta$ -甾醇, 在木麻黄中分离出的他感作用物是黄酮苷和阿魏酸类如山奈黄素-3- $\alpha$ -鼠李糖苷等 6 个成份, 在蟛蜞菊中分离出两个桉醇类倍半萜内酯。

## 三色农业——我国农业发展的必由之路

戴小枫 包建中

(中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100094)

我国农业目前面临严峻的形势。一是传统农业即种植业的发展受到制约, 潜力有限, 预计到 2030 年, 我国人口将净增加 4.9 亿, 达到最高值 16 亿, 而同期土地将以每年减少 85 万公顷的速度递减, 与此同时, 我国的人均水资源占有量将从目前的 2700 立方米锐减到 1800 立方米, 由于这些因素, 有人预计至 2030 年间, 我国的谷物产量将下降 1/5, 粮食缺口达到 2.16 亿吨, 若加上肉禽蛋奶生产对粮食的消耗, 谷物的欠缺将达到 3.78 亿吨。二是发展农业的政策靠不稳, 科技靠不上, 投入靠不住。三是我国农业与世界发达国家的差距拉大, 发达国家的农业普遍实现了现代化, 农业已从传统的弱质产业和主导产业发展和转变为高新技术开发应用的高产值、高效率和高效益的现代化发达产业, 而我国农业还没有摆脱传统的单一种植业的落后模式, 农业仍在低水平上徘徊。如何解决我国人民的吃饭问题, 下个世纪我国农业发展的方向在哪里, 本文从科技兴农的角度提出了“改造与创新并举、创建三色农业”的发展战略。三色农业即调整产业结构、改造传统种植业、实施三维立体的生态“绿色农业”, 以微生物工程农业和细胞工程发酵为主体的“白色农业”, 以海洋捕捞、养殖和海洋生物综合开发利用为主体的海洋“兰色农业”。

所谓“绿色农业”, 即农业要跳出以传统种植业为中心的旧框框, 农业发展要靠多种经营, 实施农林草牧工(养)商相结合的农业发展新模式, 推行农业三元结构工程, 以林牧助农, 农林牧业兴工, 以工致富, 以工保农, 形成良性循环的农林牧(养)渔工商全面发展, 实现“两高一优”的可持续发展农业。

“白色农业”就是以基因工程、细胞工程微生物工程为基础, 以微生物工程发酵为主要特征的工厂化、高技术化、规模化的新型农业产业部门。由于这项新型产业的生产是在高度洁净的工厂环境进行, 工人穿戴白色无菌工作服进行劳动, 故形象地称为“白色农业”。地球生物包括三大类——即动物、植物和微生物, 前者在传统农业中已得到充分开发, 而微生物这一庞大王国却是地球生物资源中迄今人类尚没有开发利用的一块处女地, 潜力很大。单是微生物发酵生产单细胞蛋白饲料一项已初具规模, 一座年产 10 万吨单细胞蛋白工厂, 只需千亩土地, 就能生产出相当于 180 万亩耕地生产的大豆蛋白, 是国际上公认的解决蛋



白质资源的重要途径;此外,白色农业的微生物发酵工程还能生产大量的生物肥料、生物农药、医用抗生素、疫苗、生长调节剂、添加剂和食品等。

“兰色农业”即海洋立体农牧业。海洋占地球表面 75%,海洋生物占地球和物资源的 80%。海洋生物优学组成的多样性和生物利用的多极性是海洋生物产品的突出特点,它们是多糖、琼脂及多种工业原料的来源,是多种肥料及高效杀虫剂的原料,是畜牧和养殖业饲料的来源,是多种稀有化学元素和生物活性物质及药品工业的原料来源,海洋捕捞和养殖业直接为人类提供了大量食品。以近海生长的海藻为例,加工成食品和营养品后,年产量相当于世界小麦总产的 15 倍,若将海洋藻类和其他浮游生物加工成食品,每年可养活大约 300 亿人口,由此可见,兰色粮食之巨大。

展望 21 世纪我国农业发展趋势,传统的单相露天种植业将演化成双相的多型化的三色农业,即露天的立体生态农业与工厂化的白色农业结构,陆地的多相农业与海洋水域的兰色农业结构。三色农业不但解决我国的粮食问题,还将创造生态环境优美,人民富裕幸福的美好生活,成为人类农耕史上划时代意义的伟大变革。

## 稻茎毛眼水蝇田间种群密度估计方法的研究

叶正囊 秦厚国 李 华

(江西省农业科学院,南昌 330200)

田间调查是害虫测报和防治的基础,逐一调查计数虫量劳动强度大,工作效率低。利用样本中无虫丛(株)率与虫口密度之间的关系,推算种群密度,不仅省时、省力,而且能达到预定的精度。本文探讨的是利用零频率估计稻茎毛眼水蝇种群密度的方法。结果如下:

### 1. 种群密度估计公式的建立

1.1 Iwao 法:用调查得到的 14 丘田毛眼水蝇每丛平均密度( $\bar{m}$ )和平均拥挤度( $\bar{m}$ )值,拟合  $m = \alpha + \beta m$  公式,得  $\alpha = -0.104$ 、 $\beta = 1.023$  ( $r = 0.99$ ) 将  $\alpha$ 、 $\beta$  值代入 Iwao 的零频率估计式,得

$$P_0 = (0.896 + 0.023m) \frac{-m^2}{-0.104 + 0.023m} \quad (1)$$

给出零频率( $P_0$ )后,利用数值逼近的方法,求出相应的平均虫口密度  $m$  值。

1.2 Nachman 法:将田间调查的零频率值( $P_0$ )和平均数( $\bar{m}$ )以  $\ln m$  对  $\ln(-\ln P_0)$  作直线回归,求得参数  $a' = 0.0133$ 、 $b' = 0.913$  ( $r = 0.9765$ )。将  $a'$ 、 $b'$  值代入 Nachman 模型,修正后得:

$$m = \exp [0.913 \ln (-\ln P_0) + 0.0258] \quad (2)$$

1.3 Gerrard 法:利用田间调查的零频率( $P_0$ )和样本平均数( $\bar{m}$ )以及(1)、(2)式算出的  $\bar{P}_0$ 、 $\bar{m}$  理论值,拟合出 3 个估计虫口密度的公式,简单称  $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$  法。

G<sub>1</sub> 法: 用田间调查得到的  $P_0$  和  $m$  值拟合  $m = \alpha (-\ln P_0)^{\beta}$  公式, 得  $m = 1.013 (-\ln P_0)^{0.913}$  (3)

G<sub>2</sub> 法: 用田间调查的  $P_0$  值和 (2) 式算出的  $m$  理论值拟合  $m = \alpha (-\ln P_0)^{\beta}$  式, 得  $m = 1.019 (-\ln P_0)^{0.924}$  (4)

G<sub>3</sub> 法: 用 (1)、(2) 式得到的  $P_0$ 、 $m$  理论值拟合  $m = \alpha (-\ln P_0)^{\beta}$  式, 得  $m = 0.9999 (-\ln P_0)^{0.971}$  (5)

## 2. 不同方法的估计精度比较

将实测的 14 丘田  $P_0$  值分别代入 (1)、(2)、(3)、(4)、(5) 式, 计算出各  $P_0$  下虫口密度的理论值  $\hat{m}$ , 然后与实测的  $m$  值比较, 计算相对误差, 卡平方值, 剩余平方和剩余标准差。比较结果表明: G<sub>3</sub> 法估计的相对误差, 卡平方值, 剩余平方和、剩余标准差均最小, 说明该式估计毛眼水蝇精度最高, 误差最小。

## 3. 理论抽样数

将  $m-m$  回归式中  $\beta$  值, 零频率  $P_0$ , 估计精度 CV 代入:

$$n = \frac{\beta^2 (1-P_0)}{P_0 (\ln P_0)^2 (CV)^2} \quad \text{公式}$$

即可得到不同零频率 ( $P_0$ ) 及精度水平 (CV) 下毛眼水蝇理论经抽样数。如 G<sub>3</sub> 法, 当零频率为 0.04, 精度水平为 0.1 时, 其理论抽样数为 218 丛。

## 4. 田间验证结果

将制定的毛眼水蝇密度估计式和理论抽样数在大田进行验证。结果表明, 按照本文中的理论抽样数进行抽样, 能达到预定的抽样精度。对几种抽样估计式的检验结果, 亦是以 G<sub>3</sub> 法公式误差最小。说明本文制定的估计方法在生产上是可行的。

# 稻田节肢类捕食者群落的重建与种库的关系

张古忍 张文庆 古德祥

(中山大学昆虫学研究所国家生物防治重点实验室, 广州 510275)

## 1. 群落重建和种库的概念

稻田节肢动物群落的重建是指种库中的节肢动物随着水稻的插植而逐渐迁入稻田的过程; 而种库则是指能为稻田节肢动物群落的重建和发展提供移居者的相关群落, 包括越冬期的田块以及田埂、沟渠和其它提供移居者的群落。

## 2. 影响种库的环境因子

物种生活史特性决定了种库中各物种的优势度。据 1993 年冬到 1994 年春对广东四会病虫测报站、大沙镇和肇庆市鼎湖区病虫测报站的研究表明, 食虫沟瘤蛛 *Ummeliata insecticeps* 是种库中的优势种, 根本的原因在于它的生活史特性。它在 5~6℃ 温度下仍能正常取食和产卵, 而广东省冬季低于 5℃ 的天气是较少见的。其它的捕食性天敌以幼体和亚成体越



冬, 经越冬后种库中的种群数量只会减少。结大型网的蜘蛛如园蛛、肖蛸等多以初孵若虫在卵囊内越冬, 很难查到。

田内覆盖度、环境多样性、气候因子和害虫防治史对种库的影响。覆盖度最好的鼎湖调查点的食虫沟瘤蛛的种群数量最高。气温骤降也影响了种库的结构和动态, 如1994年1月18日强寒流南下, 气温骤降, 各种群数量显著降低。有二十多年以生防为主的水稻害虫综合防治历史的大沙镇, 环境多样化, 其稻田节肢动物群落中的种类丰富度和多样性最高。

### 3. 群落重建与种库的关系

具体表现在优势种、种类丰富度和物种多样性一致上。食虫沟瘤蛛首先迁入稻田形成群落的优势种群。种库中丰富的食虫沟瘤蛛可以使稻田中食虫沟瘤蛛的数量迅速增加, 如大沙4月20日田间的食虫沟瘤蛛数量是4月12日的226.67%, 4月30日又是4月20日的205.88%。大沙种库种类丰富度最高, 鼎湖次之, 四会稍弱于鼎湖, 重建的三个群落有相同的顺序关系。大沙种库的多样性明显高于鼎湖和四会, 重建后的群落也具有相同的关系。

根据害虫与天敌的同步调查, 天敌群落的重建先于主要害虫群落。

### 4. 对生物防治的意义

在群落的重建过程中, 群落的优势种、种类丰富度和物种多样性均与种库的结构和特点呈正相关。天敌群落先于害虫群落的重建, 对于抑制早期迁入害虫的大发生有重要意义。生产上, 可以采取适当的措施保护种库, 促进后续群落的重建, 有效发挥本地天敌对害虫的控制作用。

## 菜地节肢动物群落的调查研究

陶方玲

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

根据作者于1992年5月至1993年3月间, 在深圳市公明镇玉塘、马田菜场多种蔬菜菜地定田调查与普查所获的材料。已鉴定出节肢动物(包括昆虫、蜘蛛、螨类)共计106种(类)。从数量组成上分析, 植食性昆虫占居绝对优势地位。而捕食性、寄生性天敌不仅种类稀少、且密度极低。不同种类蔬菜菜地节肢动物群落在物种组成及数量分布上有较明显的差异。根据各类菜地调查材料, 作聚类分析, 可比较明显地聚合成三个类群: 第一类群包括苋菜(*Amaranthus mangostanus*)、藤菜(*Basella alba*)菜地节肢动物群落, Shannon-Wiener 多样性指数(H)取值在2以上, 均匀性指数E( $E = \exp(H)/S$ ), 其中S为调查所获物种数, H为Shannon-Wiener 多样性指数)取值在0.9以上; 第二个类群包括通菜(*Ipomea aquatica*)、芥兰(*Brassica alboglabra*)菜地节肢动物群落, 多样性指数在1以下, 均匀性指数在0.3以下; 第三个类群包括: 菜心(*Brassica chinensis* var. *utilis*)、小白菜、奶白菜(*Brassica chinensis* var. *communis*)、西兰花(*Brassica oleracea* var. *italica*)、

豇豆 (*Vigna sesquipedalis*)、四季豆 (*Phaseolus vulgaris*)、茄子 (*Solanum melongena*)、芥菜 (*Brassica juncea*) 菜地节肢动物群落, 其多样性指数在 1—2 之间, 均匀性指数在 0.3—0.9 之间。可见既使在同一菜场, 这不同种类蔬菜对节肢动物群落的结构影响也是比较明显的。

根据不同季节的菜心、西兰花、四季豆、豇豆、芥菜、芥兰等 41 块菜地节肢动物群落的调查材料, 以 Shannon—Winer 多样性指数 (H)、均匀性指数 (E) 作为指标, 分析不同季节菜地节肢动物群落的动态特点与他们之间的异同性。由于菜地生态系统是在强烈地受人为措施的干扰下维持与运行的, 其特点是生长期短、为防治主要害虫的为害, 经常使用杀虫剂, 因此, 不同季节菜地节肢动物群落各结构指标的取值都比较低, 在生长季节内取值波动明显。以不同菜地及不同季节菜地节肢动物群落动态指标取值为基础, 以欧氏距离计算式计算不同群落之间的距离, 应用组平均聚类分析法讨论其异同性。结果可见: 当距离取 2.15 时, 聚合成 4 类群; 当距离取 2.93 时, 所有群落聚合成 2 类; 可见不同季节菜地节肢动物群落, 有一定程度的差异, 反映出气候条件对群落动态的影响; 各群落取合成一类的距离取值为 4.50, 说明这种差异程度也不是很明显的。

## 稻茎毛眼水蝇田间分布型及序贯抽样技术的研究

秦厚国 叶正囊 李 华

(江西省农科院植保研究所, 南昌 330200)

稻茎毛眼水蝇是我省水稻上的一种害虫, 近年来发生为害明显加重。关于该虫的分布型及抽样技术, 国内外均未见报道。因此, 我们于 1993—1994 年对这一问题进行了研究。结果如下:

### 1. 分布型测定

1.1 聚集度指标法: 采用  $I$ 、 $CA$ 、 $M^*/m$ 、 $I'$  指标法测定, 结果一致表明, 该虫在 64.3% 的田块中呈随机分布, 28.4% 的田块呈均匀分布, 7.3% 的田块呈聚集分布。初步说明该虫在田间主要呈随机分布。

1.2 Taylor 法测定: 将田单调地查找平均虫数  $m$ 、方差  $S^2$  值拟合  $S^2 = am^b$  式, 得  $\log a = -0.03 \approx 0$ ,  $b = 1.021 \approx 1$ , 故可判断为随机分布。

1.3 Iwao 法: 将田间调查的平均虫数  $m$ 、平均拥挤度  $\bar{m}$  拟合  $\bar{m} = \alpha + \beta m$  公式, 得:  $\alpha = -0.104$ ,  $\beta = 1.023$  ( $r = 0.99$ )。用  $m - \bar{m}$  模型随机分布偏离度检验方法进行检验, 得  $F = 2.538$ 。查表,  $F_{0.05}(2, 12) = 3.89$ ,  $F < F_{0.05}$ 。说明  $\alpha = -0.104$ ,  $\beta = 1.023$  与  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 1$  之间没有显著差异。因此, 可以判断其分布型为随机分布型。

1.4 频次拟合法: 采用波松分布、奈曼分布、负二项分布的理论式对 14 丘田的调查资料进行频次拟合和  $X^2$  测验。结果表明: 符合波松分布的田块 11 丘, 占 78.57%; 符合奈



曼分布的 9 丘, 占 64.28%; 符合负二项分布的 13 丘, 占 92.86%。其中 7 丘田同时符合三种分布, 占 50%, 5 丘田同时符合其中二种分布型, 占 35.7%。究其原因是: 奈曼分布是简单随机分布的复合, 负二项分布是多个密度不同, 而个体间呈波松分布所混合而成的分布所混合而成的分布, 二者均为波松分布的特例。

## 2. 序贯抽样技术

从分布型的测定结果可以看出, 稻茎毛眼水蝇田间分布符合的理论模型较多, 选用波松、奈曼和负二项分布型中任何一套公式来确定理论抽样数和抽样技术都是不适当的。Kuno (1969) 和 Iwao (1975) 提出的两个抽样方法解决了这一问题。这 2 种抽样方法不必事先了解总体分布型, 只要知道  $m-m$  呈线性关系就可以制定抽样技术。本研究采用这 2 种抽样方法, 制定抽样技术如下:

### 2.1 Kuno 序贯抽样预定截止线公式为:

$$T_n = \frac{0.896}{D_0^2 - \frac{0.023}{n}} \quad (1)$$

式中:  $T_n$  ——累计虫数;  $D_0$  ——抽样精度;  $n$  ——已抽取子样数。

### 2.2 Iwao 的序贯抽样上、下限公式为:

$$\begin{aligned} T'_0(n) &= 3.85n + t \sqrt{3.79n} \\ T''_0(n) &= 3.85n - t \sqrt{3.79n} \end{aligned} \quad (2)$$

$T$ 、 $n$  定义同前,  $t$  为在给定的显著水平下的分布值。

根据 (1)、(2) 式, 取  $t=2$ ,  $D_0=0.10$  及  $D_0=0.15$ , 可得到二种方法序贯抽样数值表和序贯抽样图。抽样图中 Kuno 截止线与 Iwao 的下限线交点落在横坐标的值, 即为 Iwao 法所抽取的最大理论抽样数。在本例中, 当  $D_0=0.1$  时, 最大样方数为 31 丛。当  $D_0=0.15$  时, 最大样方数为 15 丛。

# 冗余与农业生态系统的调控途径

盛承发

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

我们认为冗余存在于生态系统的各层次水平。农业生态系统中形成冗余的原因是多方面的, 可能是自然的或人为的。一般地, 增加冗余促进系统的稳定, 而减少冗余则有助于高产高效。因此, 增减冗余实际上构成农业生态系统调控的主要途径。

从概念上说, 冗余是指系统中与某一部分有相同功能的其它不同部分。这种功能或正在被运用着, 或潜伏着。这些部分的不同, 可能由于质的改变, 即结构的不同。也可能由于量的改变, 即数量的增大。

已有不少证据表明冗余存在的广泛性。在系统水平, 生物的理论环境中的许多成分, 比

如水分、基质和无机盐，经常是冗余的。在群落水平，一些物种以及植被的层次，往往出现冗余。在种群水平，个体数量和遗传特性方面存在大量冗余。在个体水平，不同的器官经常起着相同的功能。在器官水平，无论是营养器官还是繁殖器官，包括分枝分蘖、茎叶数、蕾、花、幼果或卵等，存有大量冗余。在组织水平，细胞数量等的冗余是常见的。在细胞水平和分子水平，也有不少冗余的证据，比如蛋白质、可溶糖、脂肪等含量过高，不同的碱基在组合可形成同种氨基酸，全部遗传密码子在基因组中重复4—6次。有倾向表明，在生态系统中的层次较低（形成冗余的代价较低），或对存活繁衍影响较大，所形成的冗余量也较大。

冗余形成的原因可能是自然的或人为的。在野生状态下，为了减少环境条件的不利变化对繁殖的影响，经过选择进化，生物形成了不同的适应性对策，其中包括在复杂的耦合结构中产生出维持自身稳定性的结构，以减小绝种的风险，而冗余正属于此种稳定性的结构。这是一种固有的性状。同时，随着环境条件的改变，特别是方向性的改变，可使某些部分变成冗余，比如无灾害环境中的繁殖器官数量。还有，生物的生长发育具有阶段性。阶段的转换经常使一些部分变成冗余，如成熟期作物的营养器官。此外，随着辅助能量的增加，系统中会出现新的冗余或增大原有的冗余，如水、肥投入增加时，作物的株高、叶面积以至生育期长度都会出现冗余。人类的经营目的往往造成冗余。例如果林和用材林中的其它树种，作物田中的其它植物。更突出例子还有雄性个体的数量，比如畜禽饲养甚至鲤鱼养殖中的雄性个体不利于奶、蛋、肉产量的提高，因而形成冗余。可见冗余是相对的，不是绝对的。

以上已经表明，增加冗余一般促进稳定，防止系统功能的完全失效，而减少冗余则节约能量，更有效地利用环境资源，从而有助于提高产量（繁殖量）。实际上，增、减冗余是农业生态系统调控的两种基本途径。至于如何增、减，则依智慧和具体技术及条件而定。



## (二) 生态农业与生态工程

### 高科技 三洁净 蓬勃而持续发展的一個生态村模式 ——记上海崇明县前卫生态村

孙鸿良 陆振达\* 王春荣\*

(中国农业科学院, 北京 100081)

自 80 年代中期我国各地兴起生态村建设以来, 全国 2000 多个生态村(乡、场)如雨后春笋纷纷涌现。它们虽起点不同, 模式各异, 发展规模不一, 但都或多或少地在使农民脱贫致富与改善生态环境方面同时取得了明显成绩。

当前存在一个共同问题是, 生态村建设步子不如当初那么大了。有的认为经过十多年的建设已达到各项预定指标, 是否应到此为止了; 有的则满足于小规模的内部良性循环, 认为生态村职能也就是资源的循环再生利用而已, 再进一步发展就必须扩大到县级范畴中去。那么, 生态村能够向建设更完善、规模更扩大, 而且蓬勃而持续地去发展吗? 生态村能逾越封闭式自给自足型建设而大踏步走向农业工业化吗? 上海市崇明县前卫生态村作了很好的回答。他们的经验也许值得借鉴。

前卫村位于我国第三大海岛——崇明岛上, 这里土地资源特征是每年向海洋延伸的滩涂地使陆地不断扩大, 但土壤贫瘠、盐渍, 加之夏多风、暴雨而使新垦沙质滩涂农业生产条件严酷。但在这样的土地上有一个 279 户, 753 人, 面积 3271 亩的前卫村却创造了经济大发展的奇迹。1994 年全村工农业总产值 5200 万元, 利润 600 万元, 人均创造年产值竟达 6.9 万元。尤其特出的是全村的村貌清新, 真是四旁绿树成荫, 鱼塘水石粼粼, 大棚鳞次栉比, 果园立体结构, 民房楼阁幽静, 鱼塘长堤垂钓。当国家环委会专家来此考察, 见此处水洁、空气洁、土地又洁时, 不禁喻之为“三洁村”。那么前卫村生态建设成功的实质是什么呢? 我们认为主要有以下几点:

#### 1. 按生态学原理作总体规划

划分六个生态功能分区及若干生态工程项目加以全面规划与建设。

#### 2. 立足于高科技, 企业生产力强

能生产第一流产品, 可直销国外, 供不应求。这种高起点的做法是充分认识“科技本身具商品属性”的结果。

#### 3. 注意污染源的防治, 建成绿色食品基地

少用或不用化肥农药, 以沼肥为主, 使 550 亩大棚蔬菜成为绿色食品基地。

#### 4. 资源循环再生利用使成本降低

\* 崇明县前卫村生态办, 上海 202150

例如利用乳酸厂的余热进行温室养鳖，打破幼鳖冬眠，可提前1—1.5年起捕出售，使养鳖利润率达56%；又如将菌渣作猪饲料，沼渣制成颗粒饲料喂鱼等。

#### 5. 注重规模经营，使农业走向工业化

实践证明，生产规模越大，整体功能越强，利润率越高，持续发展可行性也越大。例如投资1000万元建成具现代设备的大棚蔬菜群等。

#### 6. 管理手段高，成为生态村持续发展的保证

成立生态办公室进行全局性生态管理，其职能主要是实施与修改总体规划、设计各项生态工程，平衡协调各部门生态建设等。建立电子计算机管理系统与环境测试中心，绘制管理机构人员网络图等，本村还拥有几十门程控电话可直接与国内外联系。这种管理制度与手段是配套的，与欧美的大农场相似，但在生态建设管理内容与水平上则早已超过国外了。

## 生态工程的“多维协同”问题

云正明

（中国科学院石家庄农业现代化研究所，石家庄050021）

生物与环境是生态学两个最“基本”的“维”。生物与环境的协同发展是生态学研究的基本内涵。这是早已经为人类所认识了的。生态工程的任务应当是，调控、建造生物与环境协同发展的人工生态系统的过程（或工艺过程）。八十年代初期，我曾提出过以：平面、立面、时间和食物链结构为中心的生态工程调控、建造基本工艺思想。但是，随着研究工作的深入和十多年的实践发现对于复杂的生态工程来讲，这四种结构的调控建造，只能算生态工程的一个重要组成部分（属于空间、时间和食物链“四维”）。要想建造一个稳定、高效和能够持续发展的人工生态系统，除了解解决好空间维、时间维和食物链等“四维”的协调发展以外，还要考虑更多的因素的综合作用。也就是本文所要讲的“多维协同”问题。

对于人工生态系统来说，还有一种无形的或者说是更宏观的因素在起着作用。这个无形的综合因素就是“力”。“力”是一个物理学的概念。他本身就是一个实际存在的无形多维综合体。它的作用几乎遍及生物圈中的一切物质。当然，生态系统也不能例外。八十年代末期我曾就“力”与生态学相关关系提出过“重力生态学”的观点。在生态学界引起过有益的争论。至今为止，我仍然认为在生态学研究（尤其在生态工程研究过程中）过程中，“力”的作用仍然是一个不容忽视的重要因素。

生态工程中起作用的“力”，基本包括：经济价值的作用力、地域分布的力、地心引力（重力）、物种“生”“克”的力、传统思想的力、宗族与风俗习惯的力、道德伦理的力、政策的力、市场变化的力、官员好恶的力、社会动荡的力……。这些“力”都在直接影响着生态工程所建立的人工生态系统的稳定与持续发展。因此，1990年我在撰写《中国林业生态工程》一书的时候，就加入了环境辨识；水土调控；种群选择等三项子工程。这三项子



工程都考虑了“力”的因素。把有形与无形的因素加以协调。初步形成了以：环境辨识、种群选择、水土调控、种群结构(空间的与时间的)、食物链“加环”与“解链”、系统评价预测等六项子工程组成的生态工程基本体系。向生态工程的“多维协同”走出了第一步。经过在“中国科学院太行山山地生态实验站”近十年的工作，已经取得初步结果。

生态工程中“多维协同”的研究工作虽然连续工作了十几年。但是，这仅仅算是一个开始。很多因素只限于定性阶段。今后定量的工作难度还十分艰巨。

## 苏南地区人口—耕地—粮食系统分析 及种植业持续发展途径探讨

李萍萍 卞新民 章熙谷

(南京农业大学农学系, 南京 210014)

80年代以来,随着乡镇企业的迅速发展,苏南地区已成为我国农村经济最发达的区域之一。农村经济发展后,一方面,通过以工补农等措施,一定程度上促进了农业发展。另一方面,由于农业的效益比较低,农民务农的积极性下降,加上大量的青壮年劳动力转移到非农产业,又影响农业生产力的提高。苏南的农业生产是否能稳步发展,这是影响整个地区社会经济发展的后劲问题。本文对苏南地区人口—耕地—粮食系统进行了分析和预测,并对该地区种植业持续发展的途径进行探讨。

用GM(1,1)灰色系统预测模型,对苏南地区的人口和耕地面积进行了预测。由于人口和耕地都是单调函数,所以预测精度很高,达99.6%以上,用后验差方法检验结果,预测值可信。根据这一预测结果,到2000年,苏南地区人口将达到2161.6万人,比1992年净增170.9万人,增幅为8.6%。耕地面积将下降到1505.4万亩,比1992年减少56万亩,降幅3.6%。这样人均耕地面积将由1992年的0.784亩下降到0.696亩,下降幅度达到11%以上。

从粮食生产的角度看,苏南地区麦稻两熟种植制度的单产基数较高,提高单产的难度较大,资源优势难于发挥;加上耕地面积的减少,因此,自1984年以来,苏南的粮食生产已连续10年徘徊。人均粮食产量自从1984年达到450公斤以后,一直呈下降趋势,1993年人均仅为406公斤,如果考虑到苏南地区还有大量的外来人口,则人均占有粮食水平更低。从粮食需求来分析,由于畜牧业生产的发展,饲料用粮逐年增加,加上工业用粮等的增长,粮食总需求将比1991年增长16%,因而粮食供需的矛盾非常尖锐,人口—耕地—粮食系统处于不协调发展状态。

解决苏南粮食压力,实现种植业持续协调发展的主要途径有:①通过开发和引进高产优质的新品种,推广轻型高产高效耕作栽培新技术来提高稻麦两熟的单位面积产量。如在水稻生产上,推广肥床旱育、抛秧等技术,节省专用秧田,提高土地利用率和劳动生产率。

在小麦生产上要改善物质和能量的投入结构,着重增加有机肥和磷钾肥的投入,以充分挖掘小麦的生产潜力。②通过调整和优化种植制度结构,发展粮经饲多元型集约种植,提高农业生态系统的稳定性和物质生产力。多年的研究结果表明,冬作物玉米稻三熟制是能充分利用苏南地区农业资源的、具有比麦稻两熟高得多的生产潜力和经济效益的一种种植模式,并可通过玉米秸秆机械还田等措施而提高土壤肥力,改善生态环境。因此,要积极稳妥地加以发展,以形成多种种植模式并存的、高产出高效益的新种植制度。③加快实行土地适度规模经营的步子,促进农业现代化建设。实行规模经营有利于促进农业新技术的运用、务农劳动力素质的提高、农业服务体系的建设和农业机械化水平的提高,从而提高劳动生产率和土地利用效率。因此在有较稳定的非农产业经济收入的地区,要加快实行土地规模经营。同时通过各种政策措施,形成高产出必有高效益的良性循环机制,使农场经营者设法提高土地产出率,以使苏南经济发达地区的种植业生产走出徘徊的困境。

## 我国农业生态工程的兴起与发展

张壬午 孙鸿良\*

(农业部环保所,天津 300191)

我国生态农业的目标和指导思想是协调农村经济发展与生态环境保护,资源的合理开发利用与保护及增殖,是实现农业持续发展战略的最佳途径。它强调对农业生态系统的合理投入和高效益的产投比;在重视农田生态系统建设,实现稳产高产的同时,拓宽到全部土地资源的开发与建设;在技术体系上采取传统农业技术精华与现代农业科学技术组装配套,具有系统综合性特征。就许多地区的生态农业建设实践,在整体规划与设计的基础上,主要实施的比较成功的工程包括农、林、牧复合系统建设工程、种养加系列产品开发工程、水体立体养殖工程、农业多种群立体种植、综合节水农业工程、污水处理与农田利用的复合生态工程、保护地蔬菜、养殖与能源综合建设工程、污染区土壤处理系统工程、农业废弃物资源化再生循环利用工程、水面及湿地资源开发为主的种养结合的基塘系统工程、大中型畜牧场粪便处理能源环境综合建设工程及水土流失区小流域治理与开发工程等。主要的经营模式是依据当地资源的潜力与优势,以资源永续利用为前提所进行的设计,它包括:空间资源利用型、生物共生互补型、边际效应利用型及物质循环多链型。

十余年我国生态农业建设实践表明,它已成为具有中国特色的农业可持续发展的有效途径,获得经济的发展、社会需求与生态环境的保护并重的效果。这与 Mitsch, W. J. 所作的生态工程定义“为了人类社会及其自然环境两者利益而对人类社会及其自然环境进行的设计”以及马世骏 1984 年所指出的“生态工程的目标就是在促进物质良性循环的前提下,充分发挥资源的生产潜力,防止环境污染,达到经济效益与生态效益同步发展”相一致。因

\* 中国农科院,北京 100081



此,早在1989年马世骏在《生态农业的理论与方法》一书的序中,明确地指出:“‘生态农业’一词系农业生态工程的简称”。但是,我国生态农业的兴起与发展仅有十余年的时间,尚处于以经验探索为主的初级阶段,与国外日益发展的生态工程在理论与方法上仍有一定差异。马世骏曾指出,要使生态农业进一步发展,“就要达到模型化和定量化,能够按设计的模式进行施工,……我们国家南北之间差别很大,如何针对区域性的自然条件、经济基础和管理方式,通过定量化的过程进行优化组合,才能使我们的生态农业建设真正立足于科学化的基础上,实现生态工程化”。本文论述了我国农业生态工程所遵循的基本原理包括:复合生态系统原理、充分合理利用自然资源与结构合理性原则、整体协调再生循环的原理。

农业生态工程只有通过循环的手段,才可能使农业生态系统中各子系统、各组分构造成一个协调再生的整体,通过改善生产环境与生态环境,获得高效与清洁生产的功能。由于农业生态工程往往是面对一个区域范围内,以第一性生产为主要内容的工程设计,在我国众多的区域生态农业建设的农业生态工程技术,主要在三个层次上进行。其目的是,在大系统优化的基础上,建立一个生态与经济良性循环的生态经济系统,形成一个环状结构。农业生态系统各组分的“套接”是实现良性循环与协调发展的关键,只有在定量化的基础上,才能实现。因此,农业生态工程具有“软”、“硬”技术结合,系统性、效益综合性与工程性的特征。它在理论上和技术上的深入研究与实践应用,将对我国面向21世纪可持续发展战略的实施与推进,起到极为重要的作用。

## 河东生态农业建设

于 辑 王永仁 郝宝虎

(运城生态学会,山西运城 044000)

山西运城地区古称河东,该区具有得天独厚的资源优势,传统农业开发程度较高。后稷教民稼穡、嫫祖植桑养蚕、隋朝姚暹兴建灌渠,创造了闪光的农业文明历史。河东大地土壤肥沃、气候温和、光照充沛、无霜期长、热量充足,是支持山西省煤炭化工基地建设的粮棉基地。全区现有耕地面积925万亩、水利工程76827个。其中万亩以上灌区30处、喷灌85处,水地面积发展到412万亩、占耕地面积的44%。

随着农业体制改革的不断深化,我们认为发展生态农业实现良性循环,以确保持续稳定的增产增收是实现我区农业现代化建设的重要任务。

### 1. 运城地区生态农业模式

1.1 闻喜县生态农业建设:该县在不同地区以不同模式建立了十五个生态点。采取了以土为首综合治理、控制水土流失、农牧结合、提高土壤肥力等措施。在1986—1988年严重干旱的情况下(年降雨量335.8mm),十五个生态点无论是地处平川、丘陵,还是山区均取得令人信服的效益。在十五个试点中,有4个试点与上年持平,有5个基点比上年增产二成,有6个基点比上年减产一成左右。在生态试点区的小麦平均亩产403斤,比全县小

麦亩产高出一倍多。尤其令人高兴的是：这些试点不仅在大旱之年取得了粮食的稳产，而且经济收入呈现持续增长趋势。试点区之所以粮食生产能稳步前进，经济收入不断增加，其主要原因是由于发展生态农业能充分挖掘农业内部潜力，使能量流动和物质循环合理，实现了物质多层分级利用，延长了食物链，扩大了循环圈，建成了一个高效协调的农业生态系统。

### 1.2 芮城县大禹渡高效生态农业试验区

大禹渡高效生态农业试验区建设，是为了探索一条依托灌区水利条件，挖掘农业内部潜力。实行集约经营，提高农业经济效益、生态效益、社会效益，实现传统农业新的跨越，振兴商品经济。为此，采取了抓水促农，以农养水，良性循环，全面发展，充分利用光热水土资源优势，农林牧副渔并举。种、养、加结合，以科学技术为动力促进传统农业向现代化农业转化，自然经济向商品经济转化，建设农业生态化具体有以下措施：

①大搞农田水利基本建设，提高水的利用率，改善供水条件。同时在有条件的地方试用推广管灌和滴灌，推广小畦节流，大搞平田整地，划大畦为小畦，提高灌溉效益。

培肥地力，增加有小辅助能的投入，实行秸秆还田和过腹还田。推广配方施肥，种植绿肥，加深耕层熟化土壤，并加强农业新技术的输入，实行全面科学的密集型作业，达到品种优化，耕作机械化、管理科学化。大抓覆盖农业，发展大棚蔬菜。

②充分利用系统中的副产品发展畜牧业。抓了以下五个方面：

A. 调整种植业结构，扩大饲草来源。在保证粮田计划面积的情况下，轮作优质牧草，达到以草促牧，以牧促农。

B. 推广氨化饲草和配方饲料

C. 引进优种，增加泛配网点。发展万荣大黄牛，夏县三白驴，优种罗斯鸡，京白鸡，优种羊和兔并发展瘦肉型猪。

D. 发展种植和养殖等各类生态专业户。

E. 建立健全防疫体系，加强疫病防治。

③发展园林生态户，抓好贮藏、加工，增加产值。形成生产、贮藏、加工一条龙。对农田加强林网建设，达到林路渠田四配套。

④发展农副产品加工，以工补农，增强农业后劲，搞好多层次加工、深加工，提高经济效益。

### 1.3 夏县阎赵村生态工程

1984年春，运城农校几个教师深入夏县阎赵村，以生态系统理论为指导思想，开展了大搞生态农业的科学种田活动，已初见成效，他们应用生态工程和系统工程原理为阎赵村制订了发展生态农业的生态工程规划。

#### ①农桐林网园田化工程

1984年冬，在全村1900多亩土地上建造了18块方田林网，改修道路12条，硬化路面1500米，调整灌溉系统，达到林网、路网、渠网三网配套。全村栽桐树68000株，仅栽桐树一项，预计价值41万元，人均收入可达649元。阎赵村还在鸣条岗山腰进行了经济林建设，栽红枣、柿树一万多株，全村植树达73000株，人均110株，为建成一个新型生态村奠定了基础。

②调整种植制度，培肥地力，增加绿肥豆科养地作物。绿肥采用密植油菜、绿豆、黑



豆压春提高有机质,增加有效养分。在鸣条岗旱地布置一粮一肥和一粮一肥轮作或间作,培养高产方。沟坡地增种小宗粮豆、有荞麦、绿豆、赤豆、大豆、芝麻等,仅增种杂粮一项群众收入显著增加,于1984年,普及的地膜覆盖、推广了一膜多用,在地膜覆盖棉田间套红旗豆、西瓜、甜瓜、蔬菜、大蒜实行多熟种植增加收益。

③发展畜牧业和养殖业。1985年全村大黄牛发展到154头达到户均一头牛,目前一些大专业户已达到户养7头牛。扶持养鸡专业户,发展草食动物,把草性生产转化为肉、蛋奶、皮毛。以牧促农,实现良性循环。

④建立农副产品加工业。从1985年开始建立了粮油、蔬菜、水果、畜产品加工业,提高了商品生产能力。首先建立的饲料加工业,保证了畜牧业和养殖业的发展。1986年,扶持三户农民办起了一所“清真糕点厂”,一年变成万元户,进一步带动了全村加工业的大发展。

⑤建立以利用生物能为中心的良性循环系统,阎赵村初步建成容积10立方米沼气池5个,以沼气为中心的食物链生产线是鸡→猪→沼→气渣→食用菌→蚯蚓→(鸡、猪、鱼)。阎赵村生态工程受到全国生态农业协作网的重视和表彰,为建设一个繁荣的生态村开创了新路。

## 2. 发挥资源优势建设一个高功能的结构协调的河东生态农业系统。

我区的资源有着巨大的潜力,若在近期内使河东农业再上一个新台阶,应当从建设一个高效生态农业系统着手,为此,必须调动全区资源优势,并使自然资源不断更新,充分利用可再生资源,挖掘生物资源潜力,提高光能利用率,使资源永续利用,农业保持持续增产。

### 2.1 把林业建设摆在生态农业建设的首要地位。

发展生态农业,创造良好的生态环境,应提高覆盖率和农田林网化建设放到首要地位,农田林网是发展生态农业实现良性循环的屏障。运城地区的林网面积由1980年前的不足300万亩发展到现在的600万亩,全区2/3的农田已建成林网化,覆盖率由6.7%提高到13.3%,小麦亩产由1980年的十亿四千万斤,到1984年提高到二十五亿六千多万斤。复被提高一倍,小麦产量翻了一番。

全区重点加速峨嵋岭和鸣条岗谷地的林业建设,在孤峰、稷王山600米以上荒坡地带,人造水源林、木材林、封山育林、绿化中条山。综合治理旱、洪、雹、干热风、水土流失等灾害,改善生态环境,建造起林草戴帽、果林缠腰,在一到三级台地的丘陵沟壑区建造果林带,发展经济林、乔灌并举,大战10年,把全区覆盖率提高到30%的水平,增强农田系统的抗灾能力。

为实现以上目标,抓好四个转变,一由只抓数量向高质量转变,二由发展用材林向经济林转变三由重视山区绿化向平原绿化转变,四由重栽轻管向保栽保活发展。

### 2.2 种草养畜。

对全区25℃以上的坡地实行退种还牧、增强畜牧业发展的后劲,全区280万亩天然牧坡种草养畜,发展草食动物,60万亩河滩地中拿出40万亩,20万亩沟坡地中拿出10万亩,种植小冠花、沙打旺,从耕地中拿出20万亩种植紫苜蓿,为全区畜牧业发展打好基础。计划到1990年大家畜发展到150万头,其中奶牛7万头,每年提供商品牛肉37.5万头,鲜奶3750万公斤,生猪120万头,当年出槽生猪96万头,羊100万只,年出栏肉用羊50万

只,家畜 4000 万只,每年提供肉鸡 280 万只,鲜蛋 2100 万公斤,兔发展 400 万只。交售肉兔 200 万公斤,羊肉类总产量达到 28660 万斤,这样人们的食物构成得到大大改善,人均肉可达 38.85 公斤,蛋 5 公斤,奶 45 公斤。光畜牧业年收入可达 53847 万元,占到农业总收入的 26.5%。

### 3. 对全区生态农业建设实施跨越政策

3.1 平川区,包括涑水河、汾河、姚暹渠两岸,519 万亩土地,自然条件好,是棉麦主要经济作物产区,以发展立体农业,主攻棉麦,发展主体农业,实行麦棉间作,棉田瓜菜套种、发挥一膜多用,主攻优质高产。

3.2 丘陵区、包括峨嵋岭、鸣条岗、栲栳垣,面积 921 万亩,这类地区的沟壑纵横,干旱缺水、土壤瘠薄,应以牧为主,推广旱作技术,实行粮草轮作。力争 1990 年实现一户两大畜、一畜二亩紫苜蓿,变沟坡为牧草基地,利用边埂植桑养蚕。建设经济林发展果树,在沙土地地区发展花生、葱、百合、药材、提高经济效益。

3.3 土石山区,包括中条山、紫金山、孤山等地约 673 万亩,具有发展林、牧的潜力。该区名贵中药有 100 多种。对中条山黄芹、山芋等发展人工栽培,开发野生资源。杜梨、棠梨、山桃、山杏、毛樱桃、山葡萄、海棠、山楂、山核桃、板栗、猕猴桃等,还有漆树、猴头、木耳等,在保护资源的前提下逐步开发利用。修通山区公路促进商品交流,尽快使山区致富。

3.4 河滩区,包括黄河滩、汾河滩、塘、库滩涂等 65 万亩,该区发展林草间作,防风固沙,发展林牧,利用自然水域发展淡水养鱼,种植莲菜,全区到本世纪末开发水面养殖 8 万亩、年产鲜鱼一千万斤。

3.5 加强基地建设,建立以临猗、运城、永济、夏县为主的棉麦高产基地,建立以闻喜、夏县为中心的三白驴基地,城市和工矿区建立奶牛、笼养鸡、蔬菜生产基地,以万荣、河津新降为主的奶牛基地,以稷山、芮城、运城为主的红枣基地,以平陆、芮城、临猗、运城为主的苹果生产加工基地;以万荣、永济、临猗、闻喜峨嵋岭一带为主的柿子生产加工基地;以绛县、垣曲、平陆、夏县为主的山楂、板栗、猕猴桃生产加工基地;以平陆为主的百合生产加工基地;以临晋为主的姜石榴;玉瓜生产加工基地;在全区一些缓坡地带和峨嵋岭沟坝地建立蚕桑生产加工基地把全区资源优势转变为经济优势,为河东大地实施生态农业战略,跨越起步铺平道路。

## 晋北区生态农业模式与急待解决的问题

申 镒

(山西省原平农业学校,忻州原平 034100)

晋北地处山西太原以北,耕地面积 900 万亩,山坡地、干旱地约占 80%。年降雨量较少,素称“十年九旱”。该地区光资源充足,光合生产潜力大,且昼夜温差大,积温有效性



高。近年来,对传统农业进行了改造,生态农业取得了显著成绩。

### 1. 发展生态农业的模式

1.1 粮—粮套种。一年两收。主要有春小麦套种玉米;玉米套种马铃薯等,亩产粮 800~1000 公斤,亩收入 1000~1500 元。

1.2 粮—经套种。一年两收。主要有玉米套种大蒜;小麦套种向日葵;西瓜套种玉米;玉米套种蘑菇等。亩产粮 500~700 公斤,亩收入 1500~2000 元。

1.3 瓜菜套种或复播。一年两收。西瓜复播秋白菜;西葫芦复播秋白菜;西瓜套种红薯或花生,亩收入 1500~2000 元。

1.4 粮—经—菜。多种多收。有小麦、向日葵、秋白菜套种,三种三收;小麦、玉米、马铃薯、大白菜套种复播,四种四收;西瓜、玉米、马铃薯、水萝卜、白萝卜套种复播,五种五收,亩收入 1500~2000 元。

1.5 种、养、加合理配置。种粮食、办粉房等、养猪,实行物质多层次利用,形成粮多、加工多、养猪多、粪多,粮食增产多的良性循环。比纯种粮食提高效益 4~5 倍。

1.6 种、养、林立体配置。该区小流域治理发展较快,沟底打坝,淤地种粮(或水库养鱼);沟坡植树,树下种草;沟壑打窑洞,圈养畜禽。农、林、牧立体配置,形成了良好生态系统。此模式河曲县发展较快。

1.7 林、粮立体配置。平原地区实行 500~1000 米的林网络,可防风防冻,春、秋可提高温度 1~2℃。黄河东岸的保德、右玉等县,因地制宜,实行退耕还林。五年内实行林、粮间作,以后完全还林。这样充分利用了土地,并取得最佳经济效益。

1.8 节能温室内的立体配置。有蔬菜复种、间作、套种等形式,也有蔬菜套种葡萄或香椿。一般亩收入 8000~15000 元。

1.9 庭院经济合理配置。主要是养花、育苗、栽经济树、种瓜菜药材、培养食用菌、养畜禽等。形式有:地下挖阳畦,墙根建温室,墙角建猪圈,圈上建鸡棚,瓜秧上墙等,亩收入 1~2 万元。

### 2. 发展生态农业急待解决的问题

2.1 节约用水。该区主要利用自然降水,且又十年九旱,必须采用蓄水耕作方法,增强蓄水保墒能力。选用耐旱品种,采用节水灌溉方法,走有机旱作道路。

2.2 植树造林。植树造林,可防风固沙,防止水土流失。选择乔、经、灌优良树种,还可创造较好的经济效益。

2.3 环境保护不可忽视。近年来出现的问题主要是工业废气、水、渣等污染空气、河流、地下水等;化学农药残留、地膜不能自然降解等污染土壤。今后应研究推行生态风险评估,推广无公害生物农药,保护益鸟和鼠类天敌。

2.4 研究推广旱丘岗区合理开发技术。以果树为突破口,加大经济林比例,果粮、瓜果、果菜间作,前五年以粮食、瓜菜为主,后两年以药材为主,第八年停耕,间作黑松等。果树更新后又栽杨树,形成混交林。

2.5 培养跨世纪人才。忻州地区原平农校 1993 年增设生态环保专业,已招生 100 多名,成立生态农业科技开发中心,农村设点试验示范,一条龙服务。这一新生事物还得有关部门大力支持。

# 农林复合经营在农村可持续发展中的地位 and 作用

杨 修

中国科学院  
(国家计划委员会 自然资源综合考察委员会, 北京 100101)

可持续发展(Sustainable Development)是当今人类社会最为关心和迫切需要解决的问题之一。人口剧增、粮食短缺、能源紧张、资源过渡消耗以及全球变化等问题的不断加剧,已经给人类的生存和发展构成了威胁。严峻的现实迫使人类不得不重新审视自己的社会经济行为,去寻求一条社会经济与资源环境相互协调的发展道路,即可可持续发展的道路。其核心是社会经济发展与资源、环境的相互协调,其根本问题是自然资源的持续利用。在我国,人均资源占有量相对较少,所以,走持续发展之路是我国未来发展的自身需要和必然抉择。

农业是我国国民经济的基础,农业和农村的可持续发展是我国可持续发展的根本保证。但是,我国农村发展正面临一系列严重问题,如相对资源贫乏、经济落后、水土流失严重、土壤肥力下降、环境污染、生产结构不合理、能源短缺及农村人口增长过快等,这些问题迫使人们不得不对我国农业的未来做出鲜明的抉择,抉择的关键就在于协调人与自然的关系统,协调自然、生产、消费间的矛盾,合理利用和保护自然资源。农林复合经营(Agroforestry)正是把保护环境和发展经济很好结合起来的一种农业生产方式。它是在传统经验的基础上,根据当前农业发展中存在的问题,以生态学和生态经济学原理为基础,以可持续发展为指导思想,以发展与保护相互依存和相互制约的观点为依据,以生态效益、经济效益和社会效益的综合发展为目标,遵循技术、经济规律建立起来的一种具有多种群、多层次、多序列、多功能、多效益、低投入、高产出的高效、持续而稳定的复合生态系统。这种复合生态系统能有效地提高土地资源的利用率,促进太阳能和有关物质在系统内的多项循环利用,实现整个系统在空间和时间上的高效利用。所以农林复合经营对农村的可持续发展具有重要的现实意义。

结合我国社会经济的具体情况,农林复合经营具有广阔的发展前景,它在我国农村可持续发展中有着重要的地位和作用。其表现如下:

## 1. 促进农业的可持续发展

农林复合经营充分利用了木本植物的优势,调节农作物的生产环境,抵御灾害,改良土壤水分和养分状况,树木与作物间互相依赖各得其所,充分利用了土地的时空资源,协调和稳定了生态环境。达到了以林促农、以林护农、以林保农的目的,所以是农业可持续发展的重要举措。

## 2. 推动林业的可持续发展



农林复合经营能提供大量的木材和薪材，缓解农村用材难问题，从而保护和节约了森林资源，促进林业的健康持续发展。

### 3. 促进畜牧业的可持续发展

农林复合经营改善了草地生态环境，有利于畜群生长发育；通过各种农林复合经营类型提供的薪材，可减少生活能源中秸秆的数量，节约出每年用于燃烧的大量可饲养牲畜的秸秆，用于发展畜牧业；农林复合经营促进了农业的稳定高产，也增加了畜牧业饲料的来源和数量；另外许多树木的叶子本身就是家畜的良好饲料，这些都十分有利于畜牧业的发展。

### 4. 有利于实现经济、社会、生态三大效益的统一

持续高效的经济效益必须建立在良性的生态循环之中。农林复合经营根据农村自然资源状况和社会经济基础，运用生态学和生态经济学原理去调控生产结构，建立复合生态系统，合理和充分地利用土地资源。在同一土地单元上，采取垂直的、水平的以及连续的种植技术，物质的转化和循环更加合理。既获得了好的经济效益，充分利用了劳力资源，同时带来了好的生态效益，实现了“三大效益”的统一。

可以预见，农林复合经营的发展将成为我国优质农业的重要支柱，同时也将成为我国农村可持续发展主要动力。

## 生态技术灭蝇综合防治应用研究 ——养猪场猪粪堆尼龙薄膜密封遮盖控制家蝇实验研究

宾石玉 /

(广西师范大学生物系，桂林 541004)

家蝇 (*Musca domestica domestica*) 是我国最大的蝇种，是携带细菌、病毒、传播疾病的四害之一。养猪场等动物饲养场的粪肥堆是家蝇孳生的主要场所。为探索有效的防治方法，1993年在广西师范大学养猪场用市售尼龙薄膜密封遮盖造成高温缺氧条件下控制家蝇孳生进行了试验，收到了良好的效果。

### 1. 材料和方法

#### 1.1 材料：市售塑料薄膜若干

1.2 方法：在堆肥区选择两个相同的猪粪堆，一个为实验堆，一个为对照堆。规格均为11×6.8米、高1米。堆好后，对照堆不加任何措施，实验堆用尼龙薄膜密封，四周用土块压在沟部，压实不漏气。6月10日开始密封造成堆内缺氧状态，从6月15日起，每逢5、15、25日分别测定密封堆内及自然状态下堆内的温度，实验堆尼龙薄膜要保持始终无损，到10月26日实验结束为止。

### 2. 结果：

2.1 实验堆与对照堆温度差异在 30℃ 左右，结果如下：

表 1 实验堆与对照堆温度差异

日 期	实验堆的温度 (℃)	对照堆温度 (℃)
	(尼龙薄膜内)	(表面)
6 月 15 日	40	25
6 月 25 日	45	23
7 月 5 日	50	30
7 月 15 日	51	28
7 月 25 日	55	25
8 月 5 日	50	27
8 月 15 日	56	28
8 月 25 日	61	27
9 月 5 日	57	23
9 月 15 日	57	20
9 月 25 日	55	21
10 月 5 日	56	18
10 月 15 日	55	17
10 月 25 日	56	19
	53.143±5.278	23.643±3.997

注：在上午 8~9 时测定

2.2 实验堆与对照堆蝇蛹密度对照

10 月 26 日实验堆撒封与对照堆同时测定蝇蛹。方法：在粪肥堆四周每隔 2 米为一点，每点 10×10cm 面积计数统计，结果如下：

表 2 实验堆与对照堆蝇蛹密度对照

点 数	对照堆只数	实验堆只数
1	300	0
2	345	0
3	312	0
4	295	0
5	351	0
6	323	0
7	284	0
8	335	0
9	341	0
10	305	0
11	321	0
12	294	0
13	297	0
14	325	0
15	316	0
16	308	0
合 计	5032	0
	310.75±22.7	

对照堆平均每点计数 310.75±22.7 只，从表中分析：通过密封厌氧发酵的肥堆舍密度为零，经统计学处理，差异显著。

2.3 猪粪堆内蛹在密封后羽化力的观察

在 3 只单层纱布袋中分别放入新蛹 50 只，将 3 只纱布袋放入有尼龙薄膜密封的猪粪堆中分别于 5 天、7 天、9 天取出纱布袋将蛹放入蝇笼内观察羽化。另在一瓦盆内放入已放置



5 天的猪粪，再在瓦盆内放入新蛹 50 只观察羽化，作为对照组，结果见表 3。

表 3 蝇蛹羽化力观察

时间 (天) 蛹数 (只)		蛹羽化数 (只)	
		实验组	对照组
5	50	0	39
7	50	0	41
9	50	0	41
50±0		40.33±0.94	

2.4 成蛹密度考核：分别在实验猪场与对照猪场的猪舍走廊中央及高猪舍 30 米以外的人住房走廊和猪舍外水泥走道放置蝇栅 (Scnddergrieemethed) 半分钟计数，10 天一次，结果如下。

表 4 成蛹密度考核

日 期	猪舍走廊		猪舍外走道		人住房	
	实验场 (只)	对照场 (只)	实验场 (只)	对照场 (只)	实验场	对照场
7 月 30 日	1	4	1	4	0	1
8 月 10 日	1	5	0	5	1	2
8 月 20 日	0	6	0	4	0	3
8 月 30 日	1	10	1	5	0	4
9 月 10 日	1	12	1	8	1	4
9 月 20 日	1	14	1	12	1	4
9 月 30 日	0	12	1	11	0	5
10 月 10 日	0	13	0	12	0	5
10 月 20 日	1	16	0	13	1	9
合计	6	94	5	70	4	37
平均每次	0.67±0.47	10%22±4.02	0.56±0.49	8.22±3.58	0.44±0.49	4.11±2.1

从统计表中的数看，对照场与实验场的比分别是 9 倍、8 倍、4 倍左右。

3. 小结与讨论

结果表明尼龙薄膜对养猪场猪粪堆密封控制蝇类孳生地，取得明显效果。丹麦 Jkeding 报告家蝇卵孵化及生存与温度有关：即在 15~40℃ 之间能孵化，低于 8℃ 及高于 40℃ 则死亡。幼虫密封 3 小时即 100% 死亡。蛹密封 5 天后即 100% 失去羽化能力，同时密封后使雌蝇产卵的环节被打断。从试验观察证实已完全达到了控制蝇类的孳生。

本实验采取以猪粪堆加尼龙薄膜密封的防制方案，尼龙薄膜可以重复使用，方法简便，易于推广，不仅在动物饲养场普遍实施并可以引伸开来。如桂林市环卫处用塑料袋集中装运生活垃圾控制苍蝇孳生的报导也是一种新的控制家蝇的方法。

在动物饲养场控制家蝇不但与人类关系密切，深受群众欢迎，而且对家畜卫生也有重要意义，深受畜牧工作者欢迎，它将为第一医学——预防医学科研开展生物技术应用开辟了新的途径。

# 下辽河平原地区农业生态系统优化的实验研究

闻大中

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110051)

下辽河平原位于辽宁省中部, 总面积约 3 千万亩 (其中耕地面积约 2 千万亩)。该地区土地肥沃, 水热条件适宜, 农业生产力水平较高, 目前单季作玉米和水稻亩产均达 550kg 左右, 是我国重要的商品粮基地之一。该地区人口密集, 城市集中, 工业发达。沈阳、鞍山、辽阳、营口、盘锦和铁岭等大城市都集中于该地区, 并与毗邻该地的抚顺和本溪, 构成我国最大的城市群区之一。搞好该地区农业的高产优质高效和持续发展, 具有十分重要的意义。鉴于该地区农业正面临着—系列资源、生态和环境问题, 影响到农业生产力的进一步提高和农业的持续发展, 自 1990 年以来, 我们以设在沈阳市南郊苏家屯区十里河镇附近的中国科学院沈阳生态实验站为基地, 以实验研究为主要手段, 开展了对该地区农业生态系统结构功能及提高生产力途径的研究, 试图通过—系列实验研究工作, 为进一步优化该地区农业生态系统提供科学依据和可行的途径。研究工作是针对下辽河平原地区的农业生态系统主要组成部分北方单季稻水田生态系统、北方雨养旱作农田生态系统和农村庭院生态系统进行, 以期通过对这些主要亚系统的优化而实现对该地整个农业生态系统的优化。“八五”计划期间实验研究重点针对北方单季稻水田生态系统和北方农村庭院生态系统进行。

下辽河平原是我国最集中的北方单季稻产区, 尽管该地区单季稻单产已达 550kg/亩左右, 但系统结构单一, 水肥浪费较大和由此而引起的区域性水资源的进一步紧缺和地下污染等资源环境问题已成为其发展的制约因素。几年来通过对不同结构和调控管理模式的水田生态系统的水分平衡和养分平衡的实验研究, 搞清了水分平衡和主要营养元素 N、P、K 养分平衡各方量的数量及其影响因素, 为改善北方单季稻水田生态系统的水肥调控和管理提供了科学依据。为改变当地水田生态系统结构单一的状况, 我们还把稻—萍结合系统和稻—萍—鱼结合系统作为重点进行了一系列实验研究。搞清了细绿萍在该地区的生物产量及其影响因素, 研究了不同形式的稻—萍结合系统中稻和萍的相互影响及其对系统生产力的影响, 对在该地区建立稻—萍—鱼结合系统的可行性和途径进行了多方面的探讨, 为进一步优化该地区水田生态系统的结构提供了依据。

农村庭院生态系统是该地区农业生态系统中具有极大开发潜力的组分。几年来通过对当地农村一个典型庭院的试验示范实践, 在有较长时间的寒冷冬季条件下的沈阳地区, 以当地农业副产物和农产品为原料, 以较简易的设施, 建立起以食用菌生产为主, 并与养猪、沼气和葡萄生产相结合的周年不间断的生产体系, 实现—户庭院生态系统年纯收入 2 万元以上, 每平方米园田面积每年创纯收入百元以上的高效益。



# 实现海洋经济生物增养殖农牧化的重要途径 ——海草场生态环境保护与开发利用

范振刚 胡兆彬 张素萍

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

大叶藻 (*Zostera marina*) 系生活在海洋中的种子植物。具有繁茂的叶片和发达的根系, 通过光合作用, 可以改善与调节水域和沉积物的环境质量。我国沿海大叶藻资源丰富, 在浅海常形成海草场。海草场环境优越、营养物质丰富、是经济动物栖息与繁殖生长的天然场所, 也是生产力较高的浅海生态系统。如山东荣城马山港, 大叶藻资源十分丰富, 实际上是海参(刺参)栖息与繁殖生长的优良港湾。湾内海参栖息密度高达  $20\sim 30$  个/米<sup>2</sup>, 故有“一步数参”之说。历史上最高产量曾高达 3218.5 斤/年(国家一级干品)。

近年来, 由于缺乏科学依据的人为干扰不断加剧, 致使海草场遭到破坏, 海参的产量急剧下降, 甚至几乎绝产的程度。

1986 年起, 我们即进行了海草场生态学的专题调查, 1987 年至 1993 年我们又分别在威海、荣城和青岛等地开展了采取移植方法恢复发展海草场, 进行经济生物增养殖实验, 结果表明: 通过大叶藻移植, 可以恢复与发展扩大海草场, 为经济动物提供优越的栖息与繁殖生长的环境条件, 海草场对经济动物的诱集与增殖作用明显, 经济效果显著。

1987 年 3 月, 在威海杨家湾的实验结果是: 3 月份移植大叶藻, 当年 6 月中旬即进行了试捕亩产鲜皮参 40 公斤, 与 1985 年同样是在杨家湾开始进行人工投石、人工渔礁实验结果比较, 其亩产量接近和超过, 成本核算结果是, 大叶藻的成本费用 300 元/亩, 是人工投石的 1/3, 人工渔礁的 1/5。有关专家和生产单位评议结果是, 一致认为: 该课题以大叶藻生态学为主要研究内容, 紧密结合经济动物(刺参等)的增养殖生产, 同时进行了大叶藻化学成份、种子萌发以及海草场的合理开发利用等方面的探讨, 均取得可喜的成果。该课题选题好, 方向对头, 实验技术路线正确, 为我国海草场生态学研究领域填补了空白, 对海洋经济动物增养殖农牧化具有积极意义。

通过近 10 年以海草场生态系统的研究, 我们已基本上掌握了大叶藻生态学特点, 对种子萌发、生长, 大叶藻移植时间、密度、海草场形成的环境要求以及海草场经济生物增养殖模式的建立等方面, 已积累了大量科学数据, 并已取得令人满意的实验结果和显著的经济效益。我们希望能得到有关部门的支持, 尽快将这一科研成果转化为生产力, 为实现海洋经济生物增养殖农牧化做出贡献。

# 山东省引黄灌溉对农业生态环境的影响

吴 凯 谢 明

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

黄河流经山东省的菏泽、聊城、泰安、济南、德州、滨州、东营等地(市)的 25 个县(市)。鲁北地区现有引黄工程 27 处, 设计引水能力为  $1010 \text{ 米}^3/\text{秒}$ , 设计灌溉面积为 1887 万亩。

## 1. 引黄灌溉是生态农业发展的关键

在黄河水资源中, 国家分配给山东省的引黄水量为 70 亿立方米, 该量占 1993 年全省水利工程供水量的 35.3%。由此可见, 引黄灌溉对该省生态农业的发展有着重要意义。

德州地区 1979~1988 年引黄水量平均为 21.43 亿立方米, 灌溉面积为 625 万亩。粮、棉总产分别为引黄初期(1965~1971 年)相应值的 2.3 倍和 6.3 倍。旱年粮、棉单产引黄后分别为引黄前的 10.2 倍和 3.9 倍。

## 2. 引黄灌溉的泥沙问题

黄河洛口水文站 1949~1989 年汛期含沙量平均为  $31.92 \text{ 公斤}/\text{米}^3$ , 非汛期为  $9.50 \text{ 公斤}/\text{米}^3$ 。因此, 引黄灌溉或引黄淤洼均应根据黄河水泥沙变化规律予以妥善安排。

### 2.1 沙化与淤积

1972~1990 年德州地区潘庄、李家岸引黄灌区年均引沙 1280 万吨。其泥沙分布情况是: 沉沙地占 45.2%, 灌溉系统占 26.8%, 排水系统占 19.1%, 田间占 8.9%。

两灌区已处理的泥沙占 87.9%, 已还耕面积占 80.1%。平均每  $1 \text{ 米}^3$  水需投资处理泥沙费 3.2 厘, 处理 1 吨沙投资 0.45 元, 还耕 1 亩地投资 1140 元。

### 2.2 引黄淤洼

引黄放淤宜在汛期进行。山东省引黄淤洼面积已达 150 万亩, 放淤用水一般年达 10 亿立方米。

### 2.3 渠首淤沙资源开发

在沉沙池周围建大型建筑材料厂, 利用淤沙(其中  $\text{SiO}_2$  含量约为 70%), 生产灰沙砖和水泥管, 既可获得较高的经济效益, 又可节约耕地(每处砖厂年节约耕地 40~50 亩)。

## 3. 引黄灌溉与土壤次生盐碱化

由于(1)引黄干渠侧渗引起地下水位抬升(潘庄引黄干渠对禹城实验区的年侧渗补给量平均每米渠长为 453 立方米), (2)灌排系统不配套引起区域盐分积累(徒骇马颊河 1980~1984 年平均每年每亩积盐 43.8 公斤), 因此, 引黄灌溉存在着土壤次生盐碱化的潜在威胁。其防止措施有: (1)渠道衬砌, 以减少渠道侧渗(潘庄总干渠衬砌后渠道水利用系数提高了 11%)。 (2)实施地表水、地下水联合调度(德州地区齐河县贾市乡, 地处沿黄不引黄, 全部井灌, 盐碱地面积由原来的 1.5 万亩减少到 0.1 万亩)。



# 发展生态食品工程

张学武 古德祥 刘 昕

(中山大学食品工程研究中心, 广州 510275)

## 1. 现代人类食品需求的生态化

随着生态意识的普及, 人们产生了对健康食品的欲望, 在现代人类食品需求中, 生态因素正变得与收入、价格这些经济因素一样重要。现代食品工业发展趋势最显著的特征之一就是生态食品(或绿色食品, 或无公害食品)的兴起。西方发达国家以开发了大量无公害而富有营养的“绿色食品”, 我国从 1990 年开始, 保健食品有了很大的发展。可以断言, 21 世纪的食品工业将是生态化的食品工业。

## 2. 生态食品的多样性和特异性

生态食品包括菜、肉、奶、蛋、油、茶、糖、果、米、酒、饮料、调味品等。地里种的, 山上长的, 水中养的都可开发成生态食品。特别具有医药保健作用的生态食品(或食品疫苗)是 21 世纪食品发展的方向, 如抗癌粮、防腐瓜、美容菜、长寿果、强身肉、健脑饮料等。此外, 按生态学观点, 不同的人具有不同的生态位, 就需对应不同的生态食品, 比如为适用缺硒、缺锌、缺碘地区的人, 应开发富硒菜、富硒烟、富锌茶、加碘盐等特异性生态食品。

## 3. 建设无公害农田生态工程, 保证食品原料的无污染性

使用生物技术选择优质抗病虫品种, 减少病害发生率, 通过控制农药的购销和使用, 推广微生物杀虫剂, 实施无公害综合防治和生物防治技术, 确保农产品的无污染性。因为生态食品的各种原料, 包括辅助材料, 都应来自没有污染属于安全卫生的一流原料。

## 4. 食品加工过程的生态化

利用优质的无污染农产品原料, 生产加工顺其自然, 不改变产品的本质特征, 保持天然性。使用无污染性加工设备, 比如要从原材料萃取某种活性成分, 不使用化学溶剂萃取法, 而使用超临界流体( $\text{CO}_2$ )萃取技术, 减少污染, 提高效率。添加剂如色素等, 使用天然产物, 包装材料尽量使用可降解性生物材料。对于生产过程中排放的废水, 应进行生物处理, 减少对环境的污染。

## 5. 建立生态食品的技术标准和管理法规

建立融生产、加工、科研、销售、环保、卫生监测为一体的系列化生态食品生产管理体系。技术标准包括原料、加工、设备、辅料等无公害保障技术, 产品对人体健康有益, 对环境保护有利。利用物价政策对生态食品实行生态价值, 一方面体现商品生产优质优价的原则, 另一方面可实现生态效益的经济化, 从而促进企业环境保护工作由社会公益型变为经济利润型。为防止粗制滥造, 必须对生态食品的产出限量保质, 必须立法打击假冒伪劣产品, 保证生态食品的健康发展。

总之,生态食品工程是一个系统工程,需要政府、环保、食品、农业、医药卫生、新闻等部门的通力合作,逐步发展生态食品的集团公司和跨国公司,参与国际大循环,适应21世纪国际市场的需求和人类自身健康的高层次需求。

## 内蒙呼伦贝尔草原鼠害防治问题

高中信 金 昆 包初一\* 那日苏\*

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)

呼伦贝尔草原是典型的温带草原,面积近二亿亩,是我国重要的畜牧业生产基地。

呼伦贝尔草原跨森林草原和干草原两个地带。有种子植物 600 种以上,其中优良牧草 120 多种。本区最大面积为羊草草原 (*Aneurolepidium Chinense*)。

呼伦贝尔草原不断退化,鼠害年年发生,对草原畜牧业生产危害极大,每年投入大量人力物力进行鼠害防治,但是收效甚微,危害草原的害鼠有 22 种。主要害鼠有布氏田鼠 (*Microtus branati* Radde)、狭颅田鼠 (*M. gregalis* Pallas)、草原鼢鼠 (*Myospalax aspalax* Pallas)、草原黄鼠 (*Citellus dauricus* Brandt) 等。其中以布氏田鼠危害面积最大。

为了更有效地防止鼠害发生,应当采取综合防治措施。(Integrated control) 或者叫做害虫综合治理 (Integrated pest Management)。采用 IPM 方法,生物防治是其主要措施之一。

呼伦贝尔草原鼠类主要天敌为食肉兽类和各种猛禽。主要种类有狼 (*Canis lupus*)、赤狐 (*Vulpus Vulpus*)、沙狐 (*Vulpus corsac*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*)、艾鼬 (*M. eversmanni*); 大 ( *Buteo hemilasius*)、普通 (*B. bnteo*)、草原 (*Aquila rapax*)、玉带海等 (*Haliaeetus leucorybus*)。其中小型鼬科动物和猛禽食物中 90% 以上为各种鼠类,它们在降低鼠类种群密度起着十分重要作用,为此要做以下工作。

1. 建立捕食—猎物系统动态模型。通过深入研究建立一些数学模型,描述捕食者—猎物系统种群密度的函数关系。确定有害动物的经济阈值,以及捕食者的最佳种群密度和环境容纳量。

2. 加强法制管理,坚决贯彻野生动物保护法,严禁捕杀鼠类的天敌。制止倒卖收购狐皮、黄鼬皮、艾鼬皮以及鸟类羽毛等鼠类天敌的产品。

3. 保护天敌的栖息生境和繁殖条件。在开阔草原上要每隔 500m 树立坚固的水泥支架,支架高 3~4m,支架上设 4~5 横杆,供各种猛禽栖息和营巢。招引猛禽、扩大其种群密度。

4. 建立小型饲养场、繁殖鼠类的天敌。赤狐、沙狐、黄鼬、艾鼬均可大批饲养,一方面可以收毛皮,另一方面在鼠害发生时可以释放到野外鼠害严重的草场上降低害鼠的种群密度。

\* 内蒙新巴尔虎右旗 021300



5. 深入研究有害动物种群发生规律, 各种因子(生物和非生物)对种群动态的影响, 限制因子(*limiting factors*)和调节因子(*regulating factors*)在影响有害动物种群动态的作用分析。

## 生态工程在环境保护中的作用及发展前景

敦婉如

(青岛市环境保护科研所, 青岛 266003)

随着经济的发展, 青岛市工业废水、固体废弃物排放量不断增加, 对环境污染日趋严重。为治理污染, 保护环境, 在资金不足、技术难度大、治理费用高情况下, 采用生态工程方法进行综合治理, 投资少、耗能低、运行简单、效果明显。

### 1. 污水资源化的生态工程

以高等水生植物——水葫芦处理青岛染料厂废水, 具有耗能低、投资少、去污效果好等优点。水葫芦能忍受染料废水稀释四倍水质所有的毒性, 对污水中的酚、悬浮物、氨基物、硝基物等均有一定的去除能力, 去除率: 酚为 96.6%、悬浮物 84.5%、氨基物 41.7%、硝基物 32.9%。适合工业废水二级、三级处理。是遏制污染物蔓延, 保护和改善生态环境比较现实的途径之一。

### 2. 矿区废弃物复垦治理

青岛莱西石墨矿共有石墨采选、加工企业 267 个, 由于长期无规划、滥采乱挖、山林被毁, 到处是废弃矿坑、矿毛、尾渣堆积如山, 土地荒芜, 水土流失, 给矿区生态环境造成严重破坏。1991 年开展废弃矿坑、尾渣复垦治理, 进行人工植被生态恢复, 使矿区环境明显好转, 得到环境、社会、经济三方面效益。

实行矿坑、矿毛、尾渣废弃地的复垦回填, 重建人工植被, 使废弃地得到再生和利用, 获得了土地资源。

经复垦获得土地 1.3 万亩, 可种植农作物、药材或建成林地, 形成的林网、林带、果树、草地起到了防风固沙, 保持水土的作用, 改善了矿区生态环境。

### 3. 城市生活垃圾的生态工程技术处理

青岛市城市生活垃圾每年以 8% 的速度递增, 1994 年产生量已达 50 余万吨, 给城市环境和卫生带来了严重影响, 已危及到人们身心健康。1989~1991 年在市区湖岛垃圾场, 实施生态技术处理垃圾示范工程, 以人工植被为主体的生态恢复, 使垃圾得到处理, 废弃地得到再生和利用, 获得环境、经济、社会效益。

采用水平导管、垂直导管、挖沟三种方法进行沼气导出, 给植物生长创造了立地条件。挖沟开穴、建筑条台田、覆不同厚土层建成土坡地。草木植物覆以 10~30 公分厚土层, 乔灌木需覆以 60~100 公分土层就可生长。

筛选出枸杞、苦楝、紫穗槐、刺槐、白蜡树、臭椿、女贞、金银木、正木、龙柏、牛

筋草、知风草、结缕草、苜蓿、三叶草等二十余个适合于垃圾场生长的品种。

研究出新型防渗材料——伊利土和粉煤灰复合,其抗渗性能达到  $5.4 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ,可代替粘土作防渗层。

垃圾场植被恢复后,降低地面温度  $4.5 \sim 5.5^\circ\text{C}$ ,降低气温  $0.8 \sim 1.1^\circ\text{C}$ ,增加空气相对湿度  $2.9 \sim 4.8\%$ 。植被削减垃圾土中重金属依次为 Cu、Hg、As、Zn、Cd、Cr、Pb  $54.4 \sim 32.3\%$ ,净化  $\text{SO}_2$  污染  $42.3 \sim 50.8\%$ ,形成的林地减尘  $60.6 \sim 90.8\%$ ,减少空气细菌  $58.3\%$ ,草地减尘  $54.5 \sim 89.3\%$ ,降低细菌  $72.2\%$ 。

生态工程处理城市垃圾投资费用比堆肥法、焚烧法降低  $10\%$  和  $80\%$  左右,是适合我国国情的城市垃圾处理方法。

4. 在环境综合治理中,应用湿地植被处理城市生活污水,生态技术治理河流水质富营养化和进行水源地保护区的前段处理等方面,生态工程具有广阔的使用前景。

## 辽北地区高效农牧业系统分析

曹志强

(沈阳农业大学农学系, 沈阳 110161)

辽北地区处于松辽平原中段,通指铁岭市所辖二区、二市、三县,区域面积  $12952.3 \text{km}^2$ ,耕地  $429.5 \text{kha}$ 。这里土质肥沃,气候温和,雨量适中,盛产玉米、大豆、水稻、高粱和小麦,是辽宁省最大商品粮基地。

发达的种植业给畜牧业生产奠定了物质基础,促进了高功效的农牧结合,为振兴辽北经济,加速农业高效、持续的发展提供了保证。

### 1. 系统分析

1.1 物质的输入输出 1993 年系统内  $\text{kha}$  耕地,投入纯 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  分别为  $24.68 \times 10^4 \text{kg}$ 、 $10.91 \times 10^4 \text{kg}$ 、 $0.52 \times 10^4 \text{kg}$ , 比值为  $1:0.44:0.02$ 。粮豆产出  $732 \times 10^4 \text{kg}$ , 每百公斤粮豆耗氮  $3.371 \text{kg}$ 。全省  $\text{kha}$  耕地投入纯 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  量分别为  $23.86 \times 10^4 \text{kg}$ 、 $3.77 \times 10^4 \text{kg}$ 、 $1.12 \times 10^4 \text{kg}$ , 比值为  $1:0.16:0.05$ , 粮豆产出  $573 \times 10^4 \text{kg}$ , 每百公斤粮豆耗氮  $4.16 \text{kg}$ 。两者比较,投入氮量基本相等,磷辽北地区显著多于全省平均,  $\text{N}/\text{P}_2\text{O}_5$  辽北地区优于全省,氮素转化效率辽北地区高于全省。

牧业生产(以养猪计),1993 年辽北地区饲养量达 209 万头,提交猪肉 126KT,消耗精饲料 720KT,料肉比 3.81,低于全省的 4.10。

1.2 能流分析 辽北地区  $\text{kha}$  耕地投入总能量  $6.32 \times 10^7 \text{Mj}$ 。其中,有机能  $2.58 \times 10^7 \text{Mj}$ ,无机能  $3.74 \times 10^7 \text{Mj}$ ,有机能/无机能为 0.7。无机能中化肥占  $52.6\%$ ,农业机械占  $20.5\%$ ,电力占  $17.3\%$ 。产出食物能  $1.3 \times 10^8 \text{Mj}$ ,能量产投比 2.06,产出食物能/商业能为 3.12。全省  $\text{kha}$  耕地投入  $6.9 \times 10^7 \text{Mj}$ ,其中,有机能  $3.1 \times 10^7 \text{Mj}$ ,无机能  $3.8 \times 10^7 \text{Mj}$ ,有机能/无机能为 0.8。无机能中化肥占  $49\%$ ,农业机械占  $20\%$ ,电力占  $22.8\%$ 。产出食



物能  $1.02 \times 10^8 \text{Mj}$ , 能量产投比 1.49, 产出食物能/无机能为 2.68。两者相比, 投入能接近, 无机能结构相似, 但产出食物能差异较大, 故能量产投比辽北平原显著大于全省。

1.3 经济效益分析 1993 年铁岭市农业总产值 39.678 亿元, 占农村社会总产值 102.564 亿元的 38.69%, 比全省的 23.8% 高出 14.9 个百分点。农业总产值内部, 种植业 24.867 亿元, 占 62.7%; 牧业 13.96 亿元, 占 35.2%, 分别比全省的 51.5% 和 29.3% 高出 11.2 和 5.9 个百分点。与 1990 年相比, 种植业由占农业总产值的 76.6%, 下降了 13.9 个百分点, 牧业由占农业总产值的 17%, 上升了 18.2 个百分点, 使农牧产值比趋向合理。

1.4 结构功能分析 辽北地区种植业占主体的是粮食作物, 播种面积 385kha, 占总播种面积 440kha 的 87.5%, 年产粮豆 282 万吨。初步形成以粮食作物为主, 配以经济作物和饲料作物的三元结构。牧业在加强猪鸡生产的同时, 大力开发秸秆的青黄贮, 积极发展牛、羊、兔、鹅草食家畜禽, 调整畜禽结构。饲养上变单一为鸡猪、鸡牛、鸡鱼等形成的联养和混养, 以节省饲料, 降低成本, 提高效益。

## 2. 结论与讨论

2.1 农牧结合, 良性循环 是促进辽北地区农业持续发展的根本途径。

2.2 种植业结构调整的关键在饲料作物 辽北地区应在稳定粮食产量的前提下, 拓宽饲料作物的种类, 扩大种植面积。

2.3 牧业结构的调整 应因地制宜, 混养联养要试验示范, 从中选优, 确定最佳模式。

# 试述县域生态农业建设的特性

乐海波

(湖北省大冶市, 大冶 435100)

生态农业是持续农业的一种理想模式。近 10 年来, 我国的生态农业研究与实践取得了很大的进展。如今, 生态户、生态村、生态乡、生态县已遍布全国各地。生态农业县作为生态农业建设的有效形式, 已被实践所证明。那么县城生态农业建设具有哪些特性呢, 我认为主要有以下几个方面:

## 1. 生态农业建设的必要性

1.1 生态农业是提高国土资源综合利用率, 实现农村经济持续、稳定、协调发展的现实选择;

1.2 生态农业是启动农业自身活力, 增加农民收入的有效途径;

1.3 生态农业是解除农业潜在危机, 实现经济、社会和生态良性循环的必由之路。

## 2. 生态农业建设的区域性

各地自然条件和社会经济条件的差异, 决定了生态农业系统结构具有很强的区域性, 县域生态农业建设必须以当地的自然条件为基础, 充分考虑社会条件、经济条件等因素, 因地制宜, 合理规划, 制定不同的主攻方向和采取不同的措施等。

### 3. 生态农业建设的经济性

生态农业作为农业发展的趋势，它的一个重要标志是要求经济效益、生态效益和社会效益相统一。经济效益目标是主体，生态效益目标和社会目标是基础和保证，生态目标是更长远经济目标，社会目标实质是经济目标的外延，因此，生态农业建设必须把经济效益放在首位，以经济效益为动力，推动生态系统向前发展。

### 4. 生态农业建设的阶段性

县域生态农业建设从时间上看，具有阶段性，根据生态农业建设的过程可大致分为下面几个阶段：

#### 4.1 学习宣传试点阶段

#### 4.2 示范、辐射阶段

#### 4.3 开发、推广阶段

#### 4.4 配套完善阶段

#### 4.5 优化、提高阶段

这些阶段的划分不是完全割裂的，而是相互渗透、相互交错的。

### 5. 生态农业建设的技术性

生态农业是一门应用科学，具有很强的技术性，如：

#### 5.1 时间组合技术，如套种等。

#### 5.2 空间互补技术，如间作等。

#### 5.3 环境互补技术，如配套种植等。

#### 5.4 利用废料，如食用菌栽培等。

#### 5.5 “剩余能”的利用，如发展沼气等。

### 6. 生态农业建设的调控性

县域生态农业建设是一个复合系统工程，必须发挥人工调节作用。

6.1 行政调控措施，县域成立生态农业领导小组，统筹全县生态农业的发展规划等工作。

#### 6.2 政策调控措施，制定各项政策，保证规划的实施。

#### 6.3 物质调控措施，生态农业建设从物质、装备上予以保证。

6.4 技术调控措施，组织有关专家和聘请部、省专家，成立专家咨询小组，负责技术咨询工作。

## 山坡地农业生态系统模式的研究

陈荣均 骆世明

(华南农业大学生态研究所，广州 510642)

广东省东莞市是耕地减少速度最快的城市之一。在东莞市，城市化和工业化不断占用



耕地，尤其是平原区的耕地。农业不得不向山坡地转移。由于经济的发展，原来的农业模式，尤其是单一种植的只重视高产的模式已失去了吸引力。在不同山坡地，自然、经济和社会条件截然不同。如何根据这些条件设计出三高农业生态系统模式，具有重要的实践意义和理论价值。

本文采用了面上调查和定点研究相结合的方法，1994 和 1995 年，在广东省东莞市、深圳市和梅县广泛调查 10 个典型的家庭或集体农场的基础，并在东莞市桥头镇选定 5 个有代表性的农场进行详细的实例研究。这些农场大部分或全部面积在山坡地上。

本文研究了桥头山坡地现有的农业生态系统模式的结构和经济效益。研究表明，目前在桥头镇存在着各种各样的模式，有种植业和养殖业相结合的较复杂的模式，例如荔枝—柑桔—猪—鱼、荔枝—柑桔—猪、黄瓜—猪以及鸡—荔枝—柑桔等；但是，也有仅仅是种植业的较简单的模式，例如稻—稻—菜。种养结合的模式具有较完善的结构和功能，能充分再循环利用系统内的养分，系统内某一组分的废物输出被用作另一组分的有用输入，这样可以减少肥料、饲料和化肥等资源的输入，降低成本。在采用荔枝—柑桔—猪—鱼模式的莫奴亮农场里，有果园 0.9 公顷，长期水果荔枝和短期水果柑桔间种，可以充分利用空间和水肥条件；每年养猪出栏 340 头，粪便流入 2.0 公顷鱼塘，可以减少购买鱼饲料；鱼塘饲养鲩鱼 (*Ctenopharyngodon idella*)、鳙鱼 (*Aristichthys nobilis*)、鲢鱼 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 和鳊鱼 (*Cirrhina molitorella*)；年底干塘后，塘泥回到果园，可以不施用化肥。由于资源输入减少，莫奴亮农场的劳动日值为 5 个农场中最高，达 197.9 元/日。然而，只有种植业的莫桥包农场里，有 0.11 公顷水田，采用稻—稻—菜模式，他每造水稻施用 28 公斤尿素、40 公斤过磷酸钙和 20 公斤氯化钾，另外还施用 18 元农药防治水稻病虫害。晚稻收割后，在冬季种菜心 (*Brassica pekinensis*) 和甘蓝 (*Brassica oleracea* var. *capitata*)。莫桥包农场的劳动日值是 5 个农场中最低，只有 15.0 元/日。

对东莞市其它镇、深圳市以及梅县山坡地典型农业生态系统模式的调查分析显示，以沼气为联系环节的种养结合的综合农业系统是一种良好的山坡地模式，它利用了生态上的互利互惠关系和经济上的互补互促关系。综合农业系统模式以养分再循环为纽带将各个成份组配起来的模式，它在山坡地地区具有广泛的适应性。分析结果还建议，长短结合、高矮相配的立体种植模式也值得在山坡地地区推广应用。

## 生态农业实施的系统工程

谢为民 解美珍

(江西省农科院，南昌 320200)

发展农业，致富农民，振兴农村经济，必须从以自给为主的产品农业转向市场商品农业；从封闭型农业转向开放型农业；从高能耗农业转向从生态学基本原理为指导，运用生态经济学的理论和方法，建立一个包括农、林、牧、副、渔各业生产和社会经济活动的人

工复合农业生态系统,以保证农业生产系统内物质流、能量流和价值流的合理流动,实现社会、经济的最佳效益。

在近十年的实践中,我国的生态农业显示出强大的生命力,具有明显的特征:

1. 战略性:生态农业强调农业高效生产力的基础是对生态环境的保护与建设,也就是农业发展中经济目标、生产目标、生态目标的高度统一,对促进农业持续发展具有十分重要的战略意义。

2. 整体性:生态农业是相互协调的整体农业,是一个多因子多层次的综合体,不仅考虑农、林、牧、副、渔各业的横向发展,还需要注意种养加、农工商、产供销之间的纵向联系,形成一个综合发展的有机整体。

3. 地域性:生态农业地域性强,不同地区的土地资源、水资源、劳力资源以及社会历史、经济条件和科技水平均有差异,因此,要因地制宜,合理利用自然资源和社会经济条件,以取得最大的成效。

4. 高效性:生态农业是一种高效农业。它使科学技术在农业上得到广泛应用,农业资源利用更加合理,农业产品产量和质量得到全面提高;利用绿色植被及生物能技术,保持水土,减少自然灾害,净化美化环境,保持生态平衡,为社会日益发展不断提供大量的农副产品,活跃市场,促进社会安定。

5. 稳定性:生态农业系统物质与能量在系统内通过多级转化和多层次循环利用,减少了系统对外部环境物质能量的依赖,增强了系统的自给能力和抗外界干扰的能力。不仅使系统的生产力及经济效益得到稳步增长,同时能量物质在系统内维持一定高水平的输入输出的动态稳定。

6. 实用性:走生态农业之路既能保障经济高效又能创造一个美好的生存环境,是实现生态与经济良性循环,解决人口、资源、环境、能源、灾害等问题的最实用之路。

生态农业旨在保护生态、改善环境、永续利用资源,提高农业生态系统的生产力。主要内容:包括生物生长过程;劳动生产过程;经济管理过程;人、生物与环境的统一过程。植物生产是生态农业的“库源”;养殖业是生态农业的“转换器”;微生物是生态农业的循环媒介;农村加工业是生态农业的“增效器”;系统工程是生态农业技术的“组装机”。生态农业系统工程在于系统决策,系统生产,系统加工,系统产出。而当前的生态农业建设,应主要抓好以林业开发为主的生态农业建设;以农田生产为主的生态农业建设;以水面利用为主畜、禽、鱼结合的生态农业建设;以庭院经营为主的生态农业建设;以城郊服务为主的生态农业建设。以此为基础推动生态农业的全面发展。



# 农业生态系统综合评价研究

吴佐礼 陈恒慧

(华中农业大学农学系, 武汉 430070)

农业生态系统是一个包括自然生态系统、技术经济系统和人工调控系统的大系统。其调控机制既有系统内部的自然调控机制, 又有系统外部的人工调控机制。要正确地建立外部综合调控机制, 确定农业生态系统的调控对象及调控强度, 必须首先对农业生态系统的整体、组分及其相互关系的现状进行正确的综合评价。80 年代中期以来, 农业生态系统综合评价研究已广泛展开, 但在依据的原则、权重的确定及评价方法等方面差别很大, 为此, 本文对农业生态系统的综合评价指标体系、指标权重及评价方法进行了探讨。

本文提出了农业生态系统评价的五项原则: ①经济效益、生态效益和社会效益统一; ②农业生态系统整体效应与各亚系统效应兼顾; ③以反映系统整体及环境条件、结构、资源利用状况等是否合理的功能指标为评价重点; ④评价方法必须适应系统不断发展; ⑤综合评价应服务于综合调控。并提出综合运用多元统计分析、层次分析及模糊数学等方法客观地设立评价指标体系的层次结构和指标权重的新方法; 以湖北京山县刘岭村农业生态系统为对象进行了研究, 建立并确定了该村农业生态系统四层关系综合评价指标体系及各层次指标的权重向量, 对该村农业生态系统及各类型亚系统进行了综合评判(见表 1)。结果表明: 刘岭村农业生态系统已达到中极生态农业系统水平 ( $U=0.6607$ ), 但仍有较大的发展潜力。三大效益中的生态效益最差 ( $U_1'=0.5046$ ), 经济效益次之 ( $U_2'=0.6729$ ), 社会效益最优 ( $U_3'=0.7532$ )。三个亚系统中渔—农—牧型亚系统综合效益最好, 其次是果—农—牧型亚系统, 农—牧型亚系统综合效益最差, 综合评价值分别为  $U_1=0.5963$ ,  $U_2=0.7034$ ,  $bU_3=0.7368$ 。

表 1 刘岭村农业生态系统综合评价结果

类 型	指 标	生态效益 ( $U_{k1}$ )	经济效益 ( $U_{k2}$ )	社会效益 ( $U_{k3}$ )	综合评价值 ( $U_k$ )
<hr/>					
农—牧型亚系统 ( $W_1=0.457917$ )		0.5353	0.5477	0.7834	0.5963
果—农—牧型亚系统 ( $W_2=0.353067$ )		0.5571	0.7812	0.7156	0.7034
渔—农—牧型亚系统 ( $W_3=0.189016$ )		0.6497	0.7740	0.7505	0.7368
农业生态系统 ( $U_1'$ )		0.5046	0.6729	0.7532	$U=0.6607$

通过  $M = (1 - \text{评价值}) \times \text{权重} = (1 - U) \times W$  对改善某因子对系统作用强度  $M$  值的计算, 确定了未来对系统各因子的调控顺序(先后), 其值大者说明作用大, 应首先改善。

1. 系统三大效益的改善对全村综合效益的作用:  $(m_1' m_2' m_3') = (0.2128 \ 0.1564 \ 0.0662)$

2. 各亚系统综合效益的改善对全村综合效益的作用:  $(m_1 \ m_2 \ m_3) = (0.1849 \ 0.1047$

0.0497)

3. 各亚系统中三大效益的改善对各亚系统综合效益的作用:  $M_{kj} = (1 - U_{kj}) \times W_{kj}$

[0.1194 0.2369 0.0475, 0.1264 0.1098 0.0605, 0.0893 0.1158 0.05801]

4. 各亚系统中三大效益的改善对全村综合效益的作用:  $M_{k'} = (1 - U_{k'}) \times W_{k'}$

[0.0547 0.1085 0.0218, 0.0446 0.0388 0.0214, 0.0169 0.0219 0.0110]

该方法对刘岭村农业生态系统的综合评价结果以及三个亚系统的评价结果基本上和实际情况相吻合, 查明了系统及各亚系统的发展水平, 比较准确地找出了系统存在的问题, 并通过每一项指标的改善对系统综合效益作用大小的分析, 为系统的综合调控提供了可靠的调控依据和对不同层次指标调整与改善的先后顺序。

## 中国生态农业的发展现状及尚存若干问题

蔺海明

(甘肃农业大学, 兰州 730070)

生态农业 (Ecological Agriculture) 自从 70 年代由美国土壤学家 W. Albrech 提出后, 在世界替代性农业研究和发展中引起了强烈反响, 许多国家的农学家和生态学家进行了大量的理论研究和实践应用, 使得生态农业在内涵和外延两方面均有了进一步发展。在这一替代性农业思潮的影响下, 中国生态农业在理论研究和生产应用上得到快速发展, 取得可喜成果, 为发展中国家探索出了一条“低投入、高效益、低污染、高质量”的农业发展新路。本文就中国生态农业的发展现状及目前存在的若干问题作一讨论。

### 1. 中国生态农业的发展现状

中国的生态农业严格地讲, 并不出于发达国家“生态农业”的引入, 而是在古老的传统农业基础上发展起来的农业生产形式。中国生态农业形式多样, 内容丰富, 其内涵远远超出国外生态农业, 如南方的水旱结合、农渔结合的“桑基鱼塘”生态农业, 北方的农林牧副渔结合多维多元生态农业, 以提高各种自然资源为重点的立体种植生态农业, 物能多级转化利用的生态农业等形式, 都是依据当地农业资源优势发展起来的具有地域特点的生态农业形式, 其共同特点是利用了生态学的原理, 系统分析的方法, 将组成农业生态系统的各组分科学组合, 以提高农业生态系统内物质、能量多级转化利用率为目标, 进行种群复合的农业生产。

在 80 年代初“生态农业”在国际上兴起热潮后, 我国各地结合各自的资源特征进行了广泛的生态农业试验研究, 并大范围应用于生产, 至目前我国生态农业的试点已有 100 多个县、300 多个乡镇、500 多个村场, 涉及人口达 2600 万人, 占全国农村人口的 3%, 试点土地总面积达 30 万  $\text{km}^2$ , 占全国土地总面积 3%, 其中耕地面积达 209 万 ha, 占全国总耕地的 2%。目前在国家环保局等部门的统一布置下在全国设立 50 个生态农业试点县, 进行不同模式、不同层次的规格化、效益化的生态农业理论和技术研究, 将生态农业纳入政府



行为,大大推动了我国农业的发展,同时在理论研究和生产实践两个方面均取得重要成果,不仅推动了我国农业的发展,而且也为世界生态农业的发展作出了贡献。

## 2. 中国生态农业研究取得的成果

中国生态农业研究起步迟于西方国家,但由于一开始就注重生产应用,其发展势态优于西方,取得的成果突出体现在:

2.1 概念和内涵上有新的突破。西方的生态农业在石油农业造成环境污染、资源短缺、效益下迭的背景下产生,故将生态农业定义为“生态上能自我维持、低输入,经济上有生命力,在环境、伦理和审美方面可接受的小型农业”,并直接反对化学物质的投入;而中国的生态农业是集传统农业和石油农业之优点,利用生物和自然协调发展起来的农业新模式,它不否定化肥、农药、农膜的适当投入,而更具有中国传统农业重视有机肥投入和技术密集相结合的特征。这种中西合璧的生态农业观点对西方生态农业在概念和内涵上是一种新的补尝和完善。

2.2 中国生态农业的模式多样。从根本上改善了西方国家单一保护环境性的生态农业。西方的生态农业形式单一,组分简单,仅以作物生产系统结合小规模饲养动物组成农业生态系统,而中国的生态农业系统提倡农、林、牧、副、渔、菌、加工、沼气多维开发;使物质循环利用,能量多级转化,大大提高了生态农业的生态效益和经济效益,与生产者的利益直接挂钩。

2.3 中国生态农业的理论和体系研究有新的发展。西方的生态农业所追求目标为生产无污染生态食品,在生产技术上无大的突破;而中国的生态农业在生产原理和技术体系方面有新的发展,生产原理方面综合应用了生态农业的整体效应原理、边缘效益原理、充实生态位原理、生物互利共生原理、种群相居而安原理、动态演替导向原理、强化生物学过程原理、强化内部循环原理、优化结构、提高投能效益原理和区域化生态建设原理等,建立了完整的理论基础。技术体系方面也研究总结出了一套具有操作性的配套技术,如通过系统的加环或减环技术来有效地提高生态农业的生产效益;通过农业环境、系统结构、农业生物、系统输入等方面的调控增强生态农业的稳定性;通过调整人类的食物结构来刺激农业生产,增加生态农业的目标性等,丰富了生态农业的内涵,发展了西方生态农业的研究内容。

## 3. 中国生态农业发展亟待解决的几个问题

中国的生态农业在飞速发展,取得突破性成果的同时,也存在若干问题,亟待理论界和农业主管部门深入研究,正确解决,引导中国生态农业向更深层次发展,目前出现的 key 问题有:

3.1 生态农业难以进入规模化生产,滞缓了生态农业的大范围推广应用。生态农业强调物质循环、能量转化,利用物能的多级转化利用提高系统总体效益,但我国目前的实情是以家庭为单元的生产经营形式,很难形成规模生产,而以家庭为单元的农业生产经营形式,很难使物质能量多级转循环,往往使物质流、能量流中断。尽管许多县已开展生态农业试点,但这一根本问题也未能找到有效的解决途径。

3.2 实用的生态农业技术到位率差,仍未形成用现代农业新技术装备、支撑的生态农业格局。生态农业不等于传统农业,更不等于有机农业,它应该是具有现代农业技术装备,生态学原理和系统工程、系统分析方法支撑的新型农业,但现阶段各地推广的大多数为一

般性的技术。真正的如加环技术、减环技术、物能多级转化技术到位率较差，尚需进一步研究，把生态农业真正建立在现代技术支撑、生态原理指导下的生态农业。

3.3 经营者的生态农业意识不强。由于我国农业的经营者—农民的文化素质一直处于落后地位，许多农民生态意识较差，提倡生态农业由于受到文化素质的限制，很难直接接受，这一问题在一些地方的基层领导和科技干部中同样存在，应通过各种有效措施从根本上得以解决，倘若生产者的生态意识真正强化了，我国的生态农业将会迈向新的阶段。

## 光合细菌固定化及其净化养鱼水质特性的研究

战培荣 于沛芬 王丽华 李怀明

(黑龙江水产研究所，哈尔滨 150070)

使用不同包埋材料，对光合细菌进行了固定化试验，并用选择出的固定化光合细菌做了净化养鱼水质的研究。结果表明：固定化光合细菌在养鱼环境中能够更好的发挥水净化功能，同等条件与对照组比较，固定化光合细菌组能够增加 30~50% 的氨氮去除率，并且能显著提高成活率；固定化光合细菌能够长期使用，含菌量可人工调节，克服了使用游离菌过程中，菌体不能与培养基分离问题，以及易被浮游动物吞食和被流水冲走等现象，保持了水质稳定。文中还对固定化光合细菌其它有关改善养鱼环境的功能及其在水产养殖业应用、发展前景等进行了阐述和讨论。

## 县域生态农业综合评价研究

张国祥 杨居荣

(北京师范大学环境科学研究所，北京 100875)

本文在系统探讨县域生态农业系统特性的基础上进行生态农业综合评价研究，其主要内容为：

1. 对于我国目前生态农业综合评价的“效益评价为主、结构功能评价为辅”理论体系，从系统学、全息理论角度进行理论探讨，针对县域生态农业系统特性，引入全息思想建立其综合评价的全息体系，它通过系统综合效益评价指示系统优劣程度；通过发展过程评价、结构功能评价揭示系统优劣的内在机制。这一评价体系通过系统综合效益评价为主、结合发展过程评价与结构功能评价为辅，使评价结果具有结构功能、效益不同层次的“完整性”以及发展时序的“立体性”，从而适应县域生态农业综合评价的需要。



2. 拓展地运用自由度理论解决了综合指数法中的指标重叠问题,改进评价指标筛选的数学模型。当前生态农业评价指标多达 500 多个,由于缺乏科学有效的筛选方法致使评价体系普遍存在指标重叠,导致评价体系指标独立性降低,评价指标重叠表现为两种形式即内涵式重叠与信息重叠,具有两点主要特性:一是重叠的指标必相关,且相关程度越高重叠程度越大;另一是重叠指标数值与评价结果值的相关系数必相近。系统学中自由度确定与系统评价具有质的共同,将自由度理论拓展到系统评价的评价指标确立领域,可为评价指标的重叠性研究提供理论基础,根据指标重叠特性可建立其数学模型进行定量研究,通过对当前存在的生态农业评价的指标重叠性研究发现:相当一部分重叠指标存在于结构功能指标和效益指标,说明结构功能指标和效益指标间存在信息重叠,进一步揭示出现存生态农业评价指标体系中效益指标和结构功能混杂是其独立性降低的一个主要原因。结合指标选择的主成分性、全面性、导向性改进指标筛选模型,可选择到较为满意的评价指标。

3. 针对县域生态农业系统结构功能分区评价的“物质流、能量流、价值流”分析法的评价结果不相容、综合指数法的指标混杂的不足,生态工程评价涉及范围广、定量困难的特点,引进物元分析评价法与多因子效果加强法,丰富了生态农业评价方法。

4. 通过四川省大足县生态农业综合评价得出:大足县生态农业处于生态农业发展第三阶段,位于全国生态农业实践的Ⅱ级水平,生态工程与生态户建 d 形式协调了系统各方面关系,提高生态农业的社会有效性;追求综合效益的协同增长与高水平的持续发展是其今后的发展目标。

总之,对县域生态农业以效益评价为主、结构功能评价与发展过程评价为辅,进行综合评价是系统本身,全息思想可对此给予理论上的解释;拓展自由度理论可对评价指标重叠问题进行研究,改进指标的筛选模型可避免评价指标混杂与重叠,从而提高评价体系的指标独立性,保证评价结果的科学性与准确性。

## 生态工程设计中要注意的问题

唐鸿寿

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100080)

生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生的原理,结合系统工程的最优化方法,设计的分层多级利用物质的生产的工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下,充分发挥物质的生产潜力,防止环境污染,达到经济效益与生态效益同步发展。它可以是纵向的层次结构,也可以发展为由几个纵向工艺环节横连而成的网状工程系统(马世骏,1984)。生态效益、经济效益和社会效益的结合是生态工程所追求的基本目标,对一项生态工程的评价,也自然要以这三个基本目标为准绳。我们不仅要从生态学角度(即从能量流动和物质循环平衡方面)对生态工程进行分析和评价,还要进行生态工程的技术经济分析,也就是对生态工程的技术措施和技术方案的经济效果分析。尽可能获

得较高的经济效益，是生态工程建设的基本目标之一。生态工程技术经济分析主要包括：对特定的生态工程的耗费与所获得的价值进行比较，确定该工程的经济合理程度，对特定的自然、经济和技术条件下所选定的生态工程进行综合性的经济可行性分析和评价，做出经济上的最优选择。

在以往的某些生态工程设计中，对生态工程进行经济方面的分析，多注重物质与化学能的投入，人力的投入则重视不够，而对时间的投入则往往被忽略。实际上，时间的投入也是一个很重要的方面。在生态工程的工艺设计和生物技术组装中，不可过多地追求工艺中环节的数量，而忽略了工程的效率，设计的环节数量多了并非就是强调了生态效益。例如，在“棉籽皮—蘑菇培养基—蘑菇菌渣—牛饲料—牛粪—沼气池—沼渣、沼水—肥料”这一设计中，应用蘑菇菌渣作为饲料喂牛，就忽视了实用性。在应用棉籽皮作为培养基生产蘑菇的过程中，一般是要在出过三茬蘑菇之后，才将菌渣（被吸收了大部分营养的棉籽皮）弃掉，此时，菌丝体已将棉籽皮中易于分解和利用的糖类吸收了70~90%以上，剩下的是难于利用的粗纤维，虽然牛的消化道内有纤维素酶，但从中所能吸收的营养极为有限。另外，由于菌渣的适口性较差，尽管在食用前做了适口性处理，也仍会影响牛的食欲，造成食物摄入量减少。若是饲养肉牛，会使肉牛增重速度下降而大大延长出栏时间。虽然在喂牛这一环节上节省了物质（饲料）的投入，但在所增加的存栏天数内，每天都要耗费人力、物力，并占用场地，若以同样的人力、物力、场地，加上适宜的饲料本可以饲养生长速度更快的肉牛，这样其计算结果则可能是得不偿失。同时由于出栏时间延迟了，还可能丧失市场上的大好时机。再者，由于牛的存栏天数延长了，随着牛年龄的增加，其肉质还会下降，影响售出价格，同时，在这一设计中，资金被占用的周期也延长了，降低了资金的使用效率。若用此法饲养奶牛和役用牛，也会出现类似结果。因此，从诸多方面考虑，其设计的技术措施在经济上都是不合理的。由于效率低下，最终导致无法应用。另外，在蘑菇的生产过程中，为防止杂菌生长、多施用对人体有害的（可引发癌症）的“多菌灵”来抑制杂菌生长，菌渣中的残留多菌灵目前尚无法清除，经牛食用后，可能引起牛病而造成经济损失，或富集在牛的肝脏内，日后再经食物链进入人体，引发人类疾病。因此，在设计中，还应注意到人、畜的健康是否有害。

总之，在生态工程设计中，生态效益、经济效益和社会效益三者必须同时得到重视而不能偏废其一。

## 不同植被类型及整地方式对水土流失的影响

黄承标

（广西农业大学林学院，南宁 530001）

在广西中部的宜山庆远林场，选择土壤、坡度、海拔等立地条件相似的地段设置四个地表径流场，即柠檬桉与马尾松混交林（带状梯形整地）、杉木人工纯林（全垦整地）、马



尾松纯林（穴垦整地）及皆伐迹地灌草地进行地表径流的定位对比观测研究。经过连续十年的观测资料，得出如下规律：

1. 不同植被类型的地表径流量为桉松混交林（0.46mm）＜马尾松纯林（5.22mm）＜皆伐迹地灌草坡（7.37mm）＜杉木纯林（22.31mm）。表明桉松混交林削减地表径流的效果极为显著。这是由于桉松混交林中的乔、灌、草三个层次形成合理的配置，盖度大；同时又采用带状梯形整地，有利于阻滞、分散地表径流的形成与发展和增加土壤水分下渗的缘故。同时又说明，仅有乔木层而缺乏灌草层（或盖度极小）的全垦整地杉木单纯林，其削减地表径流的作用不如皆伐迹地盖度较大的灌草地。

2. 不同植被类型对一次降水过程的产流特征，桉松混交林开始产流和结束径流的时间一般比其它植被类型推迟 10~60min，且峰值也相应落后，整个径流过程线呈现变化缓和的特点。而杉木纯林开始产流和结束径流的时间均比其它植被类型提前，峰值也相应超前且陡峭，整个径流过程线呈现陡起陡落变化剧烈的特点。

3. 不同植被类型的土壤流失量为桉松混交林（0.63kg/hm<sup>2</sup>）＜马尾松纯林（4.91kg/hm<sup>2</sup>）＜皆伐迹地灌草地（6.08kg/hm<sup>2</sup>）＜杉木纯林（17.20kg/hm<sup>2</sup>）。说明桉松混交林涵养水源、保持水土、提高土壤肥力的作用是极为显著的，而采用全垦整地和缺乏灌草层的杉木单层林则相反。因此，在水土流失严重的地区，提倡带状梯形整地和营造乔、灌、草相结合的方法，并形成合理的配置，是贮水保土、提高土壤肥力的较佳植被类型，应值得推广。

## 广西海岸红树林与海堤的关系及海堤的红树林生态养护模式

范航清

（广西红树林研究中心，北海 536000）

广西大陆海岸线总长 1082.6km，海堤总长 756.4km，海堤数量达 498 个。这些海堤的建立毁灭了 18411.8ha 的原生红树林，其中 1949 年前毁灭 13209.2ha，1949 年到 1990 年毁灭 5202.6ha，现余红树林 5654ha，延绵岸线 69.7km。现余的红树林中至少 85% 为堤前红树林。海堤阻截了红树林滩涂的自然海岸地貌，将大部分中潮带和整个高潮带压缩为海堤坡面到堤前一般 0~50m 的狭窄空间。其结果是红海榄和木榄已很少，榄李濒危，角果木已消失，海漆和陆岸种类只能沿海堤坡面生长，而先锋红树植物白骨壤和桐花树成为现有红树林的优势种。由于广西现有的大部分滩涂为堤前滩涂，相对于平均海平面的高程较低，总的而言不是红树林繁盛的理想滩涂，堤前红树次生林的恢复和堤前光滩的红树林营造，需要人工或生态海岸促沉积技术。

传统的海堤工程维护模式周期性地移取了堤前滩涂的沉积物，破坏了红树林，加剧海

浪对海堤的直接侵蚀,导致广西的海堤年年加固年年危,减灾投入大效益差的现状,在不增加经费投入和不影响海堤近期减灾功能的情况下,以红树林生态养护模式可整治海堤453.8km,每年可创效益3.3亿元,比传统的工程模式效益大10倍,实现广西海堤的“长治久安”和海岸生态环境的良性循环,促进广西沿海社会经济的持续发展。生态养护的要素是堤内取土,加固海堤;发展堤内红树林“基围”养殖;用6年时间建立堤前可自维持、自发展的海岸红树林防护林带。

# 无公害生态茶园的建立及其生态控制效应

谢振伦

(华南农业大学,广州510642)

本文介绍了广东二个大型国营农场茶园长期不施农药,应用生态控制害虫的成功经验。阐述了结合当地自然条件和茶园生态系统的特点,通过调整产业结构,合理安排作物布局,进行立体式栽培,应用生态途径和采用各种农业栽培措施,建立生态调控模式,生产出量多质优茶叶和控制害虫为害。通过生态调控,提高了生物群落物种的多样性与稳定性,使茶园害虫与益虫建立在低数平衡状态,充分发挥了天敌,特别是蜘蛛的作用,从而控制了害虫的发生为害。探讨了种群平衡的机理,在大面积茶园(7000亩以上)实现了连续10年不用农药,害虫的发生亦很轻微,未曾引起经济损失,较为妥善解决了害虫防治问题。

建立无公害茶园,不用农药,减少了污染,节省了大量人力、物力、财力,降低了生产成本,同时提高了茶叶产量、质量与产值,取得了明显的经济效益、生态效益与社会效益。

# 利用净产氧量对沉水植物生态阈值的研究

周红 任久长 蔡晓明

(北京大学环境科学中心,北京100871)

沉水植物的生态阈值是指沉水植物能够生存或达到某种生理状态所需的某环境条件的最低值或最大值。近年来国内外一些受人为干扰严重的湖泊,沉水植物种类和数量有减少的趋势。要恢复沉水植物的多样性,研究他们正常生长所需的环境条件是至关重要的。

光合作用产氧和呼吸作用耗氧是植物的两大生命过程。在水生生态学研究,已有较



为成熟的黑白瓶方法测定水生植物光合作用的产氧量和呼吸作用的耗氧量。净产氧量是指在一定条件下单位生物量在单位时间内植物光合作用产氧量减去呼吸作用耗氧量,单位是 $\text{mg 氧/h} \cdot \text{g 生物量}$ 。本文利用净产氧量指标测定了菹草等沉水植物对溶解氧、水温、pH 值三个生态因素的阈值。

实验测得了无氧条件下菹草、轮藻存活时间的生态阈值。水体中的溶解氧不仅是水生动物存活的必要条件,而且也是水生植物存活的必要条件。本实验利用封闭的、无光照的条件下,沉水植物进行呼吸作用耗氧的过程来产生无氧或低溶解氧环境,以沉水植物放置于光照条件下能否进行光合作用产氧作为植物是否死亡的判断指标,以沉水植物在无氧条件下存活的时间作为生态阈值。结果表明:在溶解氧含量正常的有菹草或轮藻生长的水体中( $\text{DO}=7$ ,  $T=20\sim 25^{\circ}\text{C}$ , 生物量 $=1.6\sim 3.2\text{g/l}$ ),无光照 4 天时,溶解氧降为零,植物尚活。在 DO 值为零的情况下,3~4 天后植物已死亡,不能恢复光合作用。在对照的开放水体中,DO 值正常的条件下,无光照 14 天后植物还存活,能进行光合作用。可以认为,在  $20\sim 25^{\circ}\text{C}$  时,无氧条件下,3~4 天是菹草、轮藻的生态阈值。

在光照条件下沉水植物净产氧量 $\geq 0$ ,表明植物开始有干物质积累,以此生态条件作为沉水植物的耐受范围。实验测得菹草的水温耐受范围为  $2\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,红线草、狐尾藻和轮叶黑藻的水温耐受范围为  $2\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。红线草、狐尾藻、轮叶黑藻和金鱼藻的 pH 值耐受范围为  $4\sim 12$ 。以净产氧量 $\geq$ 最大净产氧量的 80% 时的生态条件为适宜范围。菹草的适温范围为  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,红线草、狐尾藻和轮叶黑藻的适温范围分别为  $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$  和  $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。红线草、狐尾藻、轮叶黑藻和金鱼藻适宜的 pH 值范围为  $6\sim 10$ ,即中性偏碱。

沉水植物的生态阈值可以作为水生生态环境影响评价和环境管理的重要指标值,用于水环境保护。

## 滇池沉水植物群落光补偿深度研究

蔡晓明 任久长 孙亦彤

(北京大学环境科学中心,北京 100871)

本文从滇池的国家“八·五”科技攻关课题研究的实际需要出发,提出了沉水植物群落光补偿深度的概念。在系统监测滇池透明度和水体光照的垂直分布基础上,参照周红等(见水生生态系统恢复研究之三)测得的沉水植物群落昼夜光补偿点,计算了滇池各样点沉水植物群落光补偿深度并应用于实际研究中。

沉水植物群落光补偿深度是指一个群落在一昼夜时间内光合作用和呼吸作用相平衡,即净产氧量为零时的深度。群落光补偿深度处的光照强度等于群落昼夜光补偿点。

1994 年 8 月和 1995 年 4 月系统监测了滇池草海和外湖的透明度和水体光照强度的垂直分布。监测断面和样点沿用昆明市环科所从“六·五”、“七·五”、“八·五”以来为水质和生物采样所设置的固定样点。

透明度调查结果表明：草海透明度较低，大观河口为 20cm，海埂浮桥为 30cm，外湖透明度较高，大部分水域如西华湾为 40cm。

在 15 个样点监测水体光照强度的垂直分布。其规律是：随着深度的增加，水下光照强度呈负指数式衰减。其数学表达式为：

$$I_t = I_0 e^{-\alpha t}$$

在上式中， $I_0$  为水面下 1cm 处光照强度，单位为 lux， $t$  为水面下深度，单位 cm， $I_t$  为深度  $t$  处的光照强度值， $\alpha$  为吸光系数。对每个监测点的不同深度及其光照强度进行回归分析，结果表明，从 15 个样点得到的 15 个回归方程，其  $I_0$  和  $t$  之间均呈极显著负相关（ $n$  值范围为 12~18），与上述公式十分符合。吸光系数  $\alpha$  值在大观河口为 0.091，海埂浮桥为 0.050，西华湾为 0.036。

借助于室内测定的群落昼夜光补偿点（1200~1500Lux），利用上述光强和水深的关系式，可以计算出每个样点的群落光补偿深度（在此深度的光强等于群落昼夜光补偿点）。计算结果表明：在滇池这样的富营养化湖泊中，群落光补偿深度值均较小，在大观河口为 40cm，海埂浮桥为 60cm，西华湾为 90cm。

比较群落光补偿深度和实际水深，可以判断某个站位沉水植物群落存在与否。当群落光补偿深度  $\geq$  实际水深，则下层水体光照大于或等于光补偿点，可能有沉水植物群落存在；当群落光补偿深度  $<$  实际水深，则下层水体光照不足，不可能有沉水植物群落存在。

文章利用群落光补偿深度的概念和计算结果，对滇池大型水生植物消失过程——群落由湖心深水区向近岸浅水区转移进行解释，并据此认为，随着有机污染加重，滇池富营养化加剧，藻类密度增加，透明度降低。最终导致水体底层光照不足是沉水植物群落消失的直接原因。

文章还对群落光补偿深度的影响因素进行讨论，并对沉水植物在滇池的恢复提出若干建议。

# 滇池大型水生植物恢复工程及其方案选择

赵家聪 任久长\* 宋 福\*\* 朱云霞

（昆明市环境科学研究所，昆明 650032）

滇池是昆明城区饮用水的主要水源和饮用水水源保护区，其水质应符合国家地面水二级标准。然而，由于有机污染和富营养化严重，目前水质已超四类。滇池生态环境综合治理规划的综合治理目标是：从 1993 年到 2010 年分三个阶段完成滇池生态的根本治理。第一阶段（1993~1995）的目标是减缓滇池水质和流域生态环境恶化速度；第二阶段（1996

\* 北京大学环境科学中心，北京 100871  
\*\* 中国环境科学研究院生态研究所，北京 100012



~2000)的目标是基本控制住滇池污染和生态环境恶化趋势;第三阶段(2001~2010)的目标是进一步改善滇池水质,恢复流域生态环境。为实现上述目标,规划中提出了12项主要工程措施,其中,“滇池大型水生植物恢复工程”则是12项主要工程之一。

国外在湖泊恢复工程方面起步较早,60年代初瑞典已开始了该领域研究。我国在80年代中开始了湖泊大型水生植物恢复的研究工作,提出湖泊的污染治理必须走工程措施和生物措施同时并举的综合整治方针,并将恢复湖泊水生植物技术研究和应用列入“八·五”国家科技攻关项目。

大型水生植物恢复工程的近期目标是恢复和重建大型水生植物群落,远期目标是在恢复水生植被的基础上,吸引水生动物,增加物种多样性,形成食物网,建成稳定的水生生态系统;充分利用湖泊生态系统的自然能和自由能,并投入少量附加能,促使物质循环、能量流动和自我调节功能,获得明显的长期的净化水质,改善环境的生态效益。

恢复工程包括四个子工程:消浪带工程、生物防护带工程、生物膜工程和群落配置工程。前三个工程是针对恢复区水华严重、风浪大而设置的,呈半环型带状结构,位于恢复区的外周,其主要功能是削减风浪、除藻、减藻、降低营养盐、提高透明度。群落配置工程占据恢复区的面积最大,主要是沉水植物恢复和生长区,其功能是净化水质,形成优化的生态系统;靠近岸边有湿地植物、挺水植物、浮叶植物等。

恢复工程优选的第一方案位于西华湾水域,该水域为滇池鱼类产卵保护区;第二方案为罗家营水域,该水域为昆明市第六自来水厂的水源地。

大型水生植物恢复工程不是单独进行的。它依赖于其他污染治理工程的实施和成功,即降低来自城市点源污染负荷和来自流域的面源污染负荷,使水质恢复到沉水植物可以存活的程度。

大型水生植物恢复工程是一项绿色生态工程,也是一项社会公益事业,具有良好的环境效益和长远的社会效益、经济效益。它的实施不仅为当代人,也为后代人可持续开发滇池水资源和生物资源提供了可能性。

## 滇池大型水生植物恢复工程的群落配置

任久长 宋 福\* 朱云霞\*\* 赵家聪\*\*

(北京大学环境科学中心,北京 100871)

群落配置是大型水生植物恢复工程的重要组成部分。物种和群落是恢复生态系统的主体,恢复物种的选择和合理、优化的群落配置是提高效率形成稳定可持续利用生态系统的重要手段,是恢复工程成败的关键因素之一。

近年来,国内、国外有关大型水生植物在湖泊治理中的许多研究为物种选择和群落配

\* 中国环境科学研究院生态研究所,北京 100012

\*\* 昆明市环境科学研究所,昆明 650032

置的设计提供了可能。例如我国从70年代以来着重研究了凤眼莲等物种的生物学特性以及对污染物的吸收、积累、分解、净化作用；80年代以来对狐尾藻、菹草、红线草和伊洛藻等生物学特性、耐污能力的研究；对滇池富营养化的研究；草海大型水生植物恢复技术的研究；滇池水源地生物膜技术、生物防护带技术等研究。

恢复区的物种以滇池现存物种为主，选择耐污能力强，能在污染条件下存活并能形成稳定群落，对水质净化有明显效果的物种。初步优选的物种有狐尾藻、红线草、菹草、伊洛藻、凤眼莲、茭草、芦苇和菱等。

群落配置是根据环境条件和群落特性，将欲恢复和重建的若干水生植物群落按一定比例在空间和时间分布上进行安排，使各个群落之间优势互补，取长补短，协调作用，高效运行，达到净化水质和形成稳定可持续利用的生态系统的目的。例如，藻类群落可提高溶解氧但降低透明度；凤眼莲群落可除藻、抑藻提高透明度但降低溶解氧；沉水植物群落既可提高溶解氧又可提高透明度，但耐污性能较低。

在自然条件下，凤眼莲群落生活在有机污染严重的靠近岸边的避风水域，有较强的净化水质的作用，沉水植物群落则出现在有机污染较轻的开阔水域。在滇池现状条件下，有机污染严重，为五类水质，导致沉水植物群落的广泛消失。在恢复工程中，群落配置的主要特点是采用工程措施，将凤眼莲群落配置在恢复区的外周，构成生物防护带（包括凤眼莲群落和藻类群落相间三重排列），而沉水植物群落位于生物防护带的包围之中。如此配置的目的是利用凤眼莲群落除藻、抑藻和净化水质的功能，为沉水植物群落的发育创造条件。

防止二次污染，进一步开发生物资源是群落配置工程中需要注意的问题。在水生植物恢复开初的三、五年内，主要是种群扩大，群落形成，基本上不存在二次污染问题。然而，一旦群落形成生物量达到一定数量，需及时采收。

滇池大型水生植物的恢复（主要是沉水植物的恢复），其功能相当于在滇池建造一个大型三级污水处理厂，可以把恢复区目前的五类水质提高到三类水，接近于二类水质标准。

## 黄土高原半干旱区春小麦有限灌溉初探

李凤民 赵松岭

（兰州大学干旱农业生态国家重点实验室，兰州 730000）

传统的旱农生产主要依靠尽可能多地接纳天然降水，使其就地入渗来提高降水的有效性。然而，主要位于黄土高原西北地带的半干旱地区，由于降水量处于农业生产的下限，致使这些水土保持措施的作用很有限，甚至没有作用。近几年来，以集水农业为基础提出了集流补灌的农艺措施，其提高产量和水土保持的作用很明显。实践证明，在干旱地区可以通过集水措施和开发现有地下水资源创造出一定的灌溉条件，如何高效地利用这些有限的水资源就成了本地区需要解决的一个新课题，本文即为这方面的一个初步研究结果。

大田试验在典型的半干旱地区甘肃定西县进行，小区面积为  $13\text{M}^2$ ，春小麦品种为 81



(39) 2. 浇水分 5 个梯度水平, 即不浇, 浇 1 次, 浇 2 次, 浇 3 次和浇 4 次, 每次浇水量均为 34.6mm, 分四个时期: 三叶一心期、拔节期、孕穗期和扬花后期, 每个浇水次数和浇水时期全组合, 共有 16 个处理, 每处理 3 重复, 随机区组排列, 试验共进行两年。

研究表明: 有限灌溉增产最显著的关键时期为从三叶一心期到孕穗期之间, 视降水状况和底墒而定, 由于降水变率很高, 不同降水年型有限灌溉的关键时期同作物生理的需水关键时期不相吻合, 从水分利用效率来看, 各处理之间相差较小, 而灌溉水的利用效率在各处理之间相差很大, 并随浇水量的增加即迅速下降, 它与产量的变化趋势恰好相反, 所以, 在半干旱地区, 为了最大限度地发挥有限水源的增产效果, 必须统筹规划, 需要结合作物的耗水过程和产量形成过程进行更深入的研究。本文对此进行了讨论。

## 生态农业理论在黄土高原的应用和发展 ——山西省闻喜县的实验

朱子会

(山西省闻喜县生态农业建设领导组, 山西闻喜县 043800)

闻喜县位于山西南部, 属黄土高原丘陵旱垣区, 是国家七部委确定的 50 个生态农业建设试点县之一。近十年来, 运用生态农业理论规划和组织农业生产建设, 取得明显效果, 并初步摸索出适合于丘陵旱垣区的生态模式和工程技术。

### 1. 用生态学理论分析农业发展缓慢原因及潜在的生态优势

本县国土总面积 176 万亩, 山地、旱垣、丘陵和沟壑占 81%。植被稀少, 水土流失严重, 水资源匮乏, 土地贫瘠, 第一性生产量低, 形成严重的恶性循环, 是农业发展缓慢的主要原因。具体分析, 即:

——地形复杂, 水土流失严重, 限制了对土地资源和生物资源的开发利用。

——水资源贫乏, 雨水利用率低, 限制了对光热资源的充分利用。

——农田生态脆弱, 自我调节能力差, 限制了外部投入 (农机、化肥、农膜等) 作用的发挥。

——第一性生产量低, 限制了产业结构的调整, 使农林牧工诸业不能协调发展。

但光热充足, 黄土层深厚和降雨集中七、八、九三个月, 则是本地区所特有的生态优势。

### 2. 建设生态农业的基本思路及技术决策

针对上述生态环境的特征, 总的思路是, 以建立人工生态系统来适应和改造环境系统。即: 以改善农田生态为基础, 把建造“绿色水库”与建造“土壤水库”结合起来, 在全县范围内建立一个生态农业技术体系, 以利用生态环境中的潜在优势来克服劣势, 逐步走向良性循环。

具体决策是：

——以遏止水土流失为出发点，彻底根治丘陵旱地生态“盲肠”。即以治理小流域为主轴，采用垣、坡、沟兼治和工程、生物、耕作措施并重的办法，逐步改善大环境。

——以提高雨水利用率为中心，建立旱地生态体系。即利用黄土高原地区特有的光照充足、降雨集中、土层深厚的生态潜势，建立一个“土、肥、根、苗”科学衔接的生态体系。实行以土纳水，以肥保水，最大限度地把雨水纳蓄在土壤之中；以根调水，以苗用水，最大限度地提高水分利用率。

——以提高粮食产量为前提，逐步调整作物布局和产业结构，建立“农、林、牧”和“种、养、加”协调发展的生产结构，实现粮食产量、经济收入和农业后劲的同步增长。

### 3. 生态经济系统结构调整的原则

——粮食总产量均衡增长原则。即以满足全县人民口粮、国家定购粮、种子粮、饲料粮和加工粮的需求为基础，实行供求（产需）均衡不扩大种粮面积，以便腾出有限土地发展其它产物。

——市场导向原则。即安排产业结构不但要和本地资源结构相统一，而且要和市场需求结构相一致，以使生态经济结构基本保持一定的稳定性。

——抗逆力原则。即系统内各产业要协调，各产业内部品种要多样性，对各种资源要全方位开发。

## 生物覆盖技术与农业持续发展 ——以陵川县为例

张 辉

（山西省生态学会，太原 030012）

陵川县和谷子研究所在三年的试验示范推广的实践中，总结出一套成功的旱地玉米整秸覆盖技术操作规程和配套措施。可供推广时应用，兹介绍如下：

### 1. 半耕整秸半覆盖

玉米成熟后立秆人工收获玉米穗（或割倒盖好后再收玉米穗）→边割秆→边硬茬顺行覆盖（盖二尺、留二尺、下一排）根压住上排梢，一般一亩或一亩略多秸秆即可盖一亩）→来年早春在二尺未盖行内亩撒施碳铵、磷肥各 100 斤或硝酸磷肥 80 斤。随即人或畜耕翻整平→用单行半精量播种机在未盖行内紧靠秸秆两边种两行玉米→三叶期定苗（株距 0.8—1 尺）→未盖行内中耕除草两次→收获玉米→整秸盖在未盖行内（已盖行留作来年种玉米）。这种技术适合人多地少，地块小，机械化作业程度低的以人畜耕作为主的地区和农户大面积推广。

### 2. 全耕整秆半覆盖



玉米成熟后收获玉米穗→将玉米秆割倒搂在地边→机耕→顺行铺整玉米秆(盖二尺、留二尺,下一排根压住上一排梢)其下与半耕覆盖同。这适合人少地多,地块大,机械化作业程度高的机耕为主的地区和农户大面积推广。

### 3. 整秆覆盖栽培的配套农艺措施

为了发挥整秆覆盖的增产增收效果,还必须采取相应的配套农艺措施。

3.1 更换品种:由于整秆覆盖后秋冬雨雪得到了充分利用,使旱地玉米具有类似水浇地条件,因此必须种植高水肥品种。陵川县当地以掖单13号,12号为主、搭配丹玉13号和农大60。

3.2 增加密度:覆盖田相应肥水供应充足,适当增加密度有利于高产。当地掖单号每亩应在4000株左右,农大60和单丹13号应在3000~3500株。

3.3 增施化肥:高产必须增加投入,每亩施纯氮15公斤、纯五氧化二磷8公斤。

3.4 施肥播种使用专用播种机:针对整秆覆盖后使用普通双行播种机容易绊耩,刨穴困难,不宜掌握密度等困难,山西省农科院谷子研究所高级农艺师靳森林等研制成功了“多用单行半精量玉米播种机”。该机造价低,使用方便,下种均匀,效率高且排种器可换,播量可调,也是覆盖田使用化肥的理想机械。

生物覆盖是对农田生态系统功能采用人工物理调控的一种方法,是生态学原理在农业耕作中应用,对促进土壤生产性能向良性演化,提高地力和产量有显著的潜力和效果。引起农学家和政府有关部门的注意。现将整秆半覆盖玉米的效益剖析如下:

#### ①蓄墒、保墒提高土壤含水量:

玉米生育耕作层土壤含水量平均提高2~5%,有效地解决玉米的春旱问题。据伏旱严重的1991年,大旱时期(7月16日)测定,覆盖田土壤含水量达13.5%,较不覆盖田的含水量10.7%,高2.8%。这对提高干旱地区的降水利用效率和作物需水规律有重要意义。

#### ②培肥地力、改良土壤:

玉米整秆覆盖后,叶片和较细的茎秆第一年都可腐烂,较粗的茎秆第二年亦可完全腐烂,随着土壤耕翻,秸秆自然还田,从而增加土壤有机质。据测定,覆盖二年后,耕作层土壤有机质增加0.39%,全氮增加0.062%。全磷增加0.013%,提高了土壤肥力。覆盖后减少雨水直接冲击地表,防止土壤形成板结。减少土壤侵蚀和地表径流。改善土壤结构。

#### ③减少杂草滋生,促进植株生长:

整秆覆盖后每平方米杂草数减少50~60%,单株杂草重减轻60~80%,从而减少人工除草工作量。③避免杂草与玉米争肥、争水、争空间的矛盾,促进作物植株生长,根系发达,茎叶茂盛。据测定,单株根重增加47.9%,叶面系数、叶绿素含量和茎粗增加10~20%,单株黄叶片数少2~4片,穗粒数和千粒重均增加10~20%以上。

#### ④节能省工,增产增收:

半耕整秆覆盖栽培亩省工6个(或省工3个、节省畜耕费15元)。全耕整秆覆盖节省机耕费10元。且方便易行,不需群众增加任何设备和投资,群众容易接受和掌握。随着生物覆盖玉米的扩大,玉米产量逐年提高,群众尝到生物覆盖的甜头,说生物覆盖好“三增”(增肥、增水、增产量)、“三省”(省工、省力、省投入)。原试验示范有行政干预,现已被广大群众所认识所接受,1993年陵川县推广面积达到1.2万亩,获玉米总增产250公斤。

# 生态经济庭院建设的研究初报

刘隆旺

(江西农业大学, 南昌 330045)

## 1. 前言

万安水电站位于赣江中上游, 东经  $114^{\circ}47'8''$ ~ $115^{\circ}3'5''$ , 北纬  $26^{\circ}10'10''$ ~ $26^{\circ}27'8''$ 。总库容量为 10.19 亿  $m^3$ , 调洪水位 90~100m。库区为横跨万安、赣县和赣州市的长带形。全库水面约 1 万  $hm^2$ , 万安县库区面积约 6333.33 $hm^2$ , 移民人数 3 万 4 千多人。1992 年开始, 在万安县百加乡黄南村何家小组移民户进行生态经济庭院建设的研究, 三年来, 获得了显著效果。

## 2. 设计与实施

### 2.1 设计

(1) 庭院景观的设想: “远望郁郁葱葱, 近看五彩缤纷。”

(2) 总的设计原则: 因地制宜, 立体综合开发。

(3) 具体的设计: 坚持因户制宜, 规划设计到户; 多种种好, 多养养精; 高矮结合, 用地用光; 长短结合, 以短养长; 种养结合, 良性循环。有条件的户, 要求做到“十个一”。即: 一个(小)果园—栏猪, 一棚葡萄—笼鸡, 一口水井一个塘, 一群鹅、鸭—栏羊(牛), 九是一个省柴灶, 十全加建沼气池。

2.2 实施。在实施中做到: 小老树, 重改造, 返老还童增产量; 新果园, 起点高, 坚持“三大基础好”(大穴或大壕、大肥、大苗), 水平带, 围篱芭, 搞好间作寸土抓; 养殖业, 鸡、猪、鸭, 栏干食饱护理佳; 小池塘, 加深挖, 多养鱼虾把饵加; 名、特、优、高、新、尖, 市场需求把劲添。

## 3. 结果与分析

3.1 示范户庭院景观。庭院景观, 正在逐步实现五化——绿化、果化、净化、美化、高效化。具体说来, 以示范户杨见贵庭院为例, 正是: 杉树当围墙, 房屋居中央; 缓、平种果树, 陡坡把树秧; 修成阶梯式, 间种有多方(花生、红薯、油菜、饲料、绿肥、瓜果、蔬菜、药材、食用菌等); 塘里鱼欢跃, “水、陆、空”齐昌; 六畜同兴旺, 五谷竟登场。

3.2 经济效益。就万安县百加乡黄南村何家小组的 7 户示范户的统计, 1994 年比 1992 年, 庭院种植业户平增加 344.6 元, 人平增加 89 元。扣除 30% 的成本, 净增分别为 241 元和 63 元。庭院养殖业, 就猪、鸡二项共增收 29220 元, 户平 4174 元, 人平 1032 元, 按 60% 扣除成本净增 11688 元, 户平净增 1670 元, 人平净增 433 元。大田户平增加 1950.14 元, 人平增加 505.56 元; 扣除 30% 成本户平净增 1365.1 元, 人平净增 353.91 元。庭院、大田共计户平净增 3276.1 元, 人平净增 849.91 元。

## 4. 讨论与小结



综上所述,采取因户制宜,立体综合开发的原则,经过三年庭院景观喜人,经济效益显著增加。庭院促大田,大田增产,庭院更生辉。充分说明生态经济结合,是庭院经济发展的核心;庭院立体综合开发,是生态经济庭院建设的基本动力。没有生态效益的庭院经济是不稳定的经济,没有经济效益的庭院生态是不受农户欢迎的庭院生态建设。

## 武汉武湖涨渡湖地区城郊型生态农业建设

金 涛

(湖北大学生态所,武汉 430062)

武湖、涨渡湖地区农业综合开发已纳入中国农业区域开发计划,旨在充分利用湖区农业资源,使之发展成为依托武汉市的城郊型农业。我们自 1990 年至 1992 年,对两湖地区土地开发和农业生态建设等问题进行了调查研究,兹将研究成果作如下报道。

武湖、涨渡湖地区位于武汉郊县黄陂、新洲南郊境内,濒临长江。属亚热带季风气候,光能充足,热量丰富。这里原为湖群,水域类型多,系由长江滨河床沙坝壅塞作用形成,故湖区水资源丰富,且对本区灌溉、蓄洪、养殖起着重要作用。湖区北部均为高阜状垄岗地和平原,海拔 20~30m;中部为湖区低洼地带,湖底高程平均为 17m,南部沿江为带状冲积平原,系长江一级阶地,海拔 18~22m。

湖区土地增产潜力较大,但目前农业发展不平衡。农业中仍以种植业为主,而林、牧、渔业则发展较为缓慢;水资源丰富,水产养殖潜力大,但水利问题突出。两湖地区水域类型多,面积大,水质好,水生生物种类繁多。但由于各种水利设施年久失修,效益已大为降低,另一方面湖区现行排灌设施又不配套,也降低了排灌效益;施肥结构不合理,土壤肥力下降。湖区农民轻有机肥、重化肥,绿肥面积大幅度减少,所施化肥中,氮、磷、钾比例又不协调;施氮肥较多,而钾肥较少,微肥更少;区位优势,综合开发潜力大。两湖地区沿江展布,与武汉城区毗连,随着阳逻经济开发区深水港、热电厂、汉施公路,滠阳铁路的建成,将为两湖地区产品流通,信息传递,科技交流与开发提供了优越的条件。

**两湖滨江平原生态农业类型** 两湖滨江地区是武湖农场和龙王咀农场所在地。我们曾用线性规划方法对武湖农场高车分场农业生态系统平面结构作过优化设计。优化结果表明,在棉田于春秋套种万亩蔬菜,扩大西瓜种植面积,发展饲料生产,以沼气为纽带,带动种植业、养殖业、畜牧业、农副产品加工业,建成以县城、阳逻、滠口、武汉市为辐射方向的以发展粮油菜瓜果林渔畜禽菌为主的城郊型生态农场。

**武湖中部、垄岗平原生态农业类型** 该区应根据域内自然条件的分异状况区别对待,即沿黄陂县城至五道口公路两侧开辟瓜菜基地;腰渠以西应发展生态林业和生态农业;泵站河以东地势低洼,高程 18m 以下应退出还湖发展生态渔业;滨湖地带可开辟牧草基地,发展生态牧业并建设奶牛场,同时建设林一鱼一鸭生态工程。

**黄陂境内武湖东北部垄岗平原生态农业类型** 该区具备建设农业生态工程的优越条

件,由此构成良性循环的“猪场—沼气池—鱼池—农田—猪场”的农业生态系统。该模式可通过以点带面在全区推广。

**涨渡湖区北部平原生态农业类型** 根据其自然环境条件,结合城市“菜篮子工程”,建设成为菜、瓜、果、奶、蛋、鱼鲜活副食品生产基地。由于本地沼气池有一定基础,宜发展生态农业与生态林业,同时发展养鱼和速生水杉、池杉林木。

**涨渡湖区海拔 18.3~25m 腹地生态林业类型** 该模式是在池杉速生丰产林区周围开沟筑堤建鱼池。鱼池内的林分每隔 50m 挖一沟,然后在围堤内的池杉林中灌水,每年四月上旬灌水养鱼,十一月下旬放水捞鱼,每亩养鸭 180 只。该模式经济效益显著。

**两湖水产养殖区生态渔业类型** 涨渡湖区海拔 18.3m 以下为湖心水产养殖区。武湖水产养殖区也在高程 18m 以下。区域景观生态以湖泊水面、精养渔池、塘堰为主。湖泊水质良好,是水产养殖的理想区域,为建设城郊型生态渔业和复合生态农业创造了极有利条件。两湖水体四周挖有大量精养鱼池及养鱼塘堰,适合建立果基鱼塘畜禽生态农业模式,在塘基上栽植果树并兼种饲料,同时在鱼塘边修建猪圈和鸡、鸭舍。

总之,两湖地区城郊型生态农业建设是一项复杂的系统工程,涉及面很广。为了实现两湖地区农业开发登上新台阶,应使农业生产朝高效、优质的生态农业方向发展,这对保证农业持续稳定增长,将起到重要作用。

## 涡阳县黄庄村生态村建设及生态模式研究

张友礼 冯玉才 强玉萍

(安徽省涡阳县环境保护办公室,涡阳 233600)

安徽省涡阳县黄庄村地处淮北平原,涡河之畔,全村 427 户,1786 人,耕地 1712 亩(其中 900 亩苹果园),人均耕地 0.97 亩,有林地 98 亩,水面 105 亩。昔日地块瘠薄碱沙滩地,外称“荒庄”。10 多年来,黄庄村人民坚持走生态农业之路,脱贫致富奔小康。

黄庄村遵循生态经济学规律,从改善生态环境入手,合理地调整生态结构和生产结构,通过间作套立体种植,形成了具有“食物链加环”、“物质能量多级利用”、“多物种互惠共生”、“废弃物相互转化”等特点的立体生态农业模式。促进了农林牧副渔各业全面协调持续发展,生态经济走上良性循环。1994 年全村农业总产值 540 万元,人均纯收入 2500 元。

### 1. 农村生态环境综合整治模式:

对村、田、林、水、路统一规划,合理布局,采取生物措施和工程技术措施相结合,实施以植树造林、治水、改土、培肥为中心的生态工程建设、综合整治生态环境、综合开发。

1.1 深耕平整土地,旱涝兼治,建成沟渠并塘结合的农田排灌系统,能排能灌,旱涝保收。

1.2 在村周、田边路旁,渠堤沟坡,房前屋后大量栽植树木,因地制宜,适时适树,林种混交,乔灌木结合,林水路并行,林、果、粮、药、苔、菜等间作立体套种,建成带、



网片结合，以果木林为主，以环村林为中心，农田林网为骨架的立体农林生态系统。全村林木覆盖率 35% 以上。实现农田林网化，沟渠林带化，道路林荫化、村庄园林化。

1.3 种植绿肥，秸秆养畜过腹还田，增施有机肥，科学增施化肥，改良土壤、培肥地力。

## 2. 农村生态经济发展模式：

按照生态经济规律和市场需求，调整农村产业结构和作物布局，以种植业为基础，大力发展畜牧养殖业和工副业，实行农林牧结合，种养加并举，农工贸综合经营的生态经济模式。

2.1 稳定小麦粮食作物面积，扩大饲料作物玉米种植面积和苔干、药材、果木经济作物面积。实行林、果、粮、药、苔、菜立体种植，大力发展两高一优农业。

2.2 利用丰富的秸草叶和水资源，推广青贮和氨化饲料，沿食物链，大力发展以草食动物为主的立体生态畜牧、水产养殖业，实现秸草资源的就地转化增值。利用畜禽粪便制沼气，沼液喂猪、沼渣可养鱼和肥田，加速了农业生态系统中物质和能量的流转。

2.3 大力发展以农林畜产品的多级精深加工业和冷贮、保鲜、运销业。如：水果、苔干加工、面粉、饲料、食品、肉类、中药材加工、包装、运销，实行农工贸综合经营。

## 3. 实行林、果、粮、药、苔、菜立体种植模式：

为充分利用土地，光、热、水、肥、气、时、空资源，根据一年生和多年生，高秆和短秆，根深和根浅，喜阳和耐阴等不同作物的生物学及生态特点，按不同层次，不同空间、时序，合理安排林、果、粮、药、苔、菜作物，轮作换茬和间混套立体种植，建立多物种互惠共生、多级质能循环利用的复合农田植物生态群落，提高复种指数，扩大绿色植被，提高第一性生物产量。其立体种植模式如下四种。

3.1 桐、药、粮、菜立体种植模式：桐粮间作，桐树下种白芍，行间进行粮、苔、菜轮作。

3.2 果、药、苔、菜、苔立体种植模式：在苹果行间树边打畦埂，埂上种植白芍、畦内种春、秋两季苔干，其间夹种一季瓜菜。

3.3 苔—粮—苔种植模式：12 月初种春苔干，5 月初收后种夏玉米，7 月底收后栽秋苔干。

3.4 粮—粮—苔种植模式：小麦收前 20 天套种夏玉米，收玉米栽秋苔干，收苔干种小麦。

## 4. 农户庭院生态经济模式：

全村统一规划，每户建成一庭两院的生态住宅，充分利用宅院土地、空间，光热、水、肥及劳力资源，发展立体栽植，饲养畜禽，进行林、粮、果、药、苔、菜的保鲜、贮藏、加工等工副业生产。形成空中葡萄（果瓜），地面天麻、白芍、花卉等，秸草叶养牛、羊、兔、猪、鸡等，鸡粪喂猪，牛、猪粪制沼气，沼渣液肥田—生态经济庭院，增加收益，美化环境。

如今，黄庄已是四季林、苔、果、药、花香飘，环境优美，文明富裕胜小康，成为镶嵌在淮北平原，涡河岸边的一颗生态农村名珠。

# 典型生态农业模式推广应用存在问题与对策

卢兵友

(山东农业大学, 山东泰安 271018)

实践证明, 生态农业是我国发展高效持续农业的必由之路, 为将这一技术尽早尽快地应用于农业生产中, 从 80 年代起, 我国已先后在不同类型农业区树立了许多效益良好的生态农业典型。但为什么经过近 20 年的实践后生态农业还是处于试点阶段, 大规模推广应用的关键何在? 相应采取的措施又有哪些? 对这一问题许多学者见仁见智, 发表了不少观点, 本文拟从一个新的角度谈谈对这一问题的看法。

## 1. 存在问题

### 1.1 生态农业理论应用中的认识问题

#### (1) 对生态农业主体认识的偏差

生态农业系统是一个典型的以人类组织管理为主体的人工生态系统, 在此系统中人类起着绝对支配的地位和作用。即此系统必需是在严格遵循自然和社会经济规律的前提下, 人类按照自己的主观意志组合而成的系统。因此, 生态农业建设好坏的关键就在于其中的组织管理者——人对各种规律的认识程度, 系统组合的好坏, 及为实现系统目标所采取手段的优劣。这一点正是以前生态农业原理所忽视的。

生态农业建设的组织和实施人员主要由三部分组成, 即政府职能部门人员, 基层干部和群众。三者中政府起管理作用, 基层干部起协调组织作用, 群众则是主要的生产者。联系三者的关键是政策和技术, 以往生态农业模式的推广应用, 过分地强调了非人类因素的功能和作用, 而忽略或轻视了其中人的作用, 特别是未协调好推广应用区内三类人员之间的关系, 或政府组织不力, 或政策不完善, 或群众接受能力差。从而, 不可避免地影响了生态农业推广应用的速度。

#### (2) 生态农业本身具有一定的复杂性和模糊性, 降低了其可接受性

在内容上, 生态农业不仅包括农林牧副渔, 还包括加工、建筑、运输、储藏、再生等多方面, 内容复杂, 重点不太明确, 应用者很容易对何为生态农业产生模糊认识。

在管理上, 生态农业要求采用系统、整体、长远的观点, 协调各部门, 各产业间的关系。但在农业系统中不仅部门或产业间情况不同, 即使同一部门或产业内部也有其独特的技术特点, 须要一定的技术人员来协调。而目前可用于指导此类生产的全才技术人员十分缺乏, 从客观上增加了实施的难度。

目标要求三大效益的统一, 在目前刚刚解决温饱迫切想致富的农村, 真正能做到统一的可能性很小。

#### (3) 生态农业建设需要一个过程

同诸多事物的发展相一致, 生态农业建设仍处在刚刚起步阶段, 尽管生态农业理论体



系已初步建立,但还相当不完善,缺乏指导实施的硬件,理论发展也明显滞后于实践。从试点情况看,现有试点大都是在原先就有一定基础情况下发展起来的,真正依靠现有理论指导建立起的试点还很少见。而且,多数试点的经验典型性强,普遍性差,也存在一些自身问题。因此,要大面积推广生态农业模式仍需经过相当长的时间。

### 1.2 实施过程中人为因素的限制作用

前已述及,生态农业建设的关键是其中的人的因素,但目前我国绝大多数乡村生态农业建设者的素质普遍较低,从根本上减缓了生态农业建设的进程。

#### (1) 大部分农村基础相当薄弱

农村劳动力素质差,接受复杂技术能力差,据1987年抽样调查,全国农村劳动力中文盲、半文盲占22.57%,小学占38.67%,两者相加为61.24%。(3)就是说农村劳动力中有2/3的人文化水平相当低,用这样的文化素质来理解运用多种多样要求较高的生态农业技术,显然是不现实的。

农业技术人员缺乏,先进技术无法下到农村。据报道,在我国每一万名农业人口中在校农科大学生比例为1.2,美国为205,加拿大为107.7,日本为52.7。相比之下,中国的农科大学生不是多了而是少得可怜。与之相对应,万名农业人口中科技人员的比例也仅为6.6人,平均每7000亩耕地一名农技人员。(4)这对于需要复杂技术的生态农业建设来说,更增加了其推广应用的难度。

大部分农村信息不灵,获取信息的渠道少且慢,识别信息真伪的能力差,把握信息的时机和程度不好,使大部分农村形不成自己的优势项目,缺乏发展生态农业的可靠的经济基础。

#### (2) 基层干部业务水平欠佳

农村基层干部上连政府,下通民众,是政策的传播者和生态农业建设的带头人,在生态农业建设中起着承上启下的作用,但其中大部分人未能领会和把握生态农业的实质,没意识到生态农业建设的巨大优势,对生态农业建设感到无从下手;有些人又缺乏必要的开拓精神,减缓了生态农业建设的推广速度。另有部分人对生态农业内涵理解片面,只重视生产和生活,忽视了生态建设,或将生态农业建设简单化、表面化、短期化,没有发挥生态农业建设的真正效能,降低了生态农业在群众中的威信。如部分村庄为发展经济只强调了企业,而忽视必要的环保措施,这在很大程度上限制了生态农业的发展,甚至使生态农业建设偏离了正轨。

#### (3) 现行政策在实施过程中的误区

从我国农业发展史来看,政府决策在很大程度上对农业生产和发展起着决定性作用。但目前大部分地方尚未形成对生态农业建设起支持和推动作用的操作性强的决策系统,使决策者无所适从。特别是现行的联产承包生产责任制体制,与多部门多产业联合作业的生态农业建设如何接轨的问题,仍未得到很好的解决。

此外,部分决策机构盼富心切,在其任期目标内,只列入了经济发展的规划和设想,而对具有综合效益的生态农业建设却无暇顾及,或只选中了对短期经济发展有用的部分,忽略了保证经济长期发展的部分,使生态农业建设不能全面地贯彻实施。这种错误的政策导向,也将生态农业建设引入了误区。

### 1.3 自然生态环境差异太大

生态农业建设的经验告诉我们,良好群众素质是生态农业建设顺利发展的根本,而优越的自然生态环境又为生态农业发展提供了可靠保证。

我国地域广阔,自然生态环境差别很大,既有交通发达的内陆,又有条件恶劣的黄土高原;既有物产丰富的沿海,又有资源匮乏的山区;既有工业发达区,又有仍处于落后原始状态的农业区。这些自然生态环境的差别,为不同类型区生态农业的发展提供了不同的机遇,也为生态农业模式的推广应用增加了很大困难。

## 2. 对策

针对上述存在问题,生态农业建设不能急于求成,应循序渐进。重点解决好系统中人的问题,发挥人的主观能动性,将人的主观能动性建立在系统良好发展的基础上,促进生态农业的健康发展。具体对策如下:

2.1 尽快研制出一套切实可行的生态农业建设决策系统,为政府职能部门提供可靠的决策依据。

2.2 采用多种形式,有计划分阶段地对基层领导进行培训,培养出一批头脑灵活,接受能力强,善于开拓的带头人。

2.3 针对当前农村和农民实际,生态农业模式的推广应因地制宜,实现由简单到复杂,由单向到综合的过渡。

2.4 加强生态意识建设,特别要让决策层理解并遵循生态学原理指导农业生产。

# 庭院生态工程建设

韩玉珍 杨 军 韩守新

(吉林省农业环境保护监测站,长春市130021)

庭院,是农民生活最频繁的地方,也是一种重要的潜在土地资源,充分开发利用这些资源,可创造全部耕地总收入四分之一至三分之一的经济效益。这对于提高国土利用率,发展农村商品生产,推动农村经济发展,加快农村奔小康都具有重要作用。

近几年,我省开展了庭院经济建设,积极引进生态农业新技术,建立了适应平原区、山区特点的几种庭院生态工程建设模式,在实际生产中获得了很好的综合效益。

## 1. 庭院生态工程建设的模式类型

1.1 四位一体温室模式。这种模式主要是把生产冬季蔬菜和猪圈、厕所、沼气池融为一体,都建在太阳能温室内,实现温室养猪、猪粪、人类入沼气池发酵,沼气池为蔬菜生产供能、供肥。这种模式属完全循环模式,即粪便全部经过无害化处理,能量得到充分利用,除获得养猪,产菜的直接效益外,还能在提前延后上市40天的基础上,节能、节肥、节药的间接效益,同时达到了控制蔬菜污染,提高蔬菜品质的目的。

1.2 养牛、沼气、果树模式。这种模式属于不完全循环,该模式要求一个户养牛数量最低不少于5头。其循环方式主要是通过养牛、消化作物秸秆、排出的粪便进入沼气池发



酵产气，废料为蔬菜供肥。

1.3 立体栽培模式。这种模式主要在庭院实行立体栽培，利用食物链加环原理，进行物质多层循环利用。选用优良品种，应用先进的饲养、栽培技术，采用生物防治技术生产无公害的菜、果、肉、蛋、奶。

## 2. 效益分析

从经济效益看，上述三种庭院生态工程建设模式在生产中效益比较明显。如梨树县梨树乡八里村六社孟庆军家进行四位一体模式建设，建立 200m<sup>2</sup> 温室，冬季养 10 头肥猪，纯收入 1500 元，种一茬芹菜产量 1600 公斤，纯收入 2500 元，种一茬小白菜，产量 300 公斤，纯收入 1000 元，最后种黄瓜，产量 1700 公斤，纯收入 3000 元，总计纯收入 8000 元。他的温室比普通温室节省煤 1.5 吨，节约开支 500 元，总共收入达 8500 元。即每平方米纯收入 42.5 元。又如吉林市欢喜乡生态户金万录家进行立体栽培模式建设，他家房前屋后只有 7 分地，以前单纯种植蔬菜，每年除够 5 口之家吃菜外，收入 300~400 元。进行生态农业工程建设，实利用地方与空间，提高太阳能利用率和生物能转化率，使同样的 7 分地年收入达 5000~7000 元。

从生态效益看，良好的生态环境可以调节空气、杀灭病菌、陶冶情操，促进健康。

从社会效益看，人类不仅需要丰富的物质条件，而且需要优越舒适的社会条件，庭院生态工程是社会精神文明建设的一个组成部分，它能促进人们去学科学，用科学。

## 3. 几点建议

3.1 加强宣传、普及技术。庭院生态工程生产规模一般较小，生产项目也比较简单，占用的资金、劳动力和生产资料也较少，广大农民容易从事这项建设。因此，我们要积极给予宣传和引导，让农民逐步重视庭院经济建设，同时大力推广庭院实用技术，提高农民的管理水平。

3.2 机动灵活，突出特点。庭院生态工程建设的目标是提高庭院产品的商品率，增加收入，加快农民脱贫致富。其主要内容应紧紧围绕“菜篮子”工程建设。所以，广大农民应适时根据市场信息和自己庭院特点及技术专长，驾驶市场规律，选择建设项目，并结合各地的自然资源优势，形成具有一定特色的工程模式。

3.3 扩大经营，提高效益。我们抓庭院生态工程建设，应注重科学指导、科学管理、科学经营，逐步进行连片发展，以提高庭院农产品的商品率，增加农民经济收入。

# 草业生态工程在“三元”结构中的地位和作用

蒲朝龙

(四川省雅安地区行政公署，四川雅安 625000)

三元结构是肥地增粮的基础

三元结构即在粮—经二元结构的基础上加入饲用作物或牧草，这一生物环。这是复合

农业生态工程中不可缺少的子系统。中央农村工作会已确立了今后的方针和指导思想，两大目标和三个重点。粮食播面稳定在 1.1 亿 ha，单产量逐步达到 5000 亿 kg，人均 400kg 粮食目标，在本世纪末才可望得以实现。

我国耕地约 2/3 是低产田土，有各种限制因素的耕地占 60%，其中盐碱地 666.7 万 ha，侵蚀红壤 1066 万 ha，冷浸田 600 余万 ha，还有 600 多万 ha 沼泽土和风沙土。种草宜种性宽，抗性好，能变三跑土为三保土，其生产潜能不可限量。

三元结构是节粮型畜牧业发展的必由之路

粮多、猪多、肥多、钱多，不无道理。但目前粮食并不多，迄今仍有 7000 万人未解决温饱。虽然用占世界 7% 的耕地养育了占世界 23% 的人口，但人均耕地仅占世界的 1/4，人均粮食不足美国人的 1/3。党中央国务院要求本世纪末实现“四个千亿工程”，其中粮 1000 亿斤，棉 1000 万担，肉 1000 吨，水产 1000t。显然仅靠饲料粮来提供肉和水产品不现实。1984 年，曾预测本世纪末约需饲料粮 1670 亿 kg，但去年已突破 1500 亿 kg。人增地减灾害多已成为恶性态势，草食畜禽和鱼类的发展无疑要提到农业发展战略上来。

“雅安地区‘一体化’重点突破战略研究”中的稳粮猪，兴草木，发展牛羊禽兔鱼，产业化，拓市场，强化加工增值路策略以及“川中丘陵草业生态工程研究”中的“三主三辅”原则应推而广之。

雅安地委和行署深谙其妙，借国际农发会畜牧发展项目的援助，发展节粮型畜牧业。以草代粮，每头猪节约饲粮 20~30%（玉米 75~100kg）；以草变奶，生产出了“羌江牌”和“熊猫牌”奶粉，以草变毛，仅荣经县年产兔毛达 70000kg 以上。只节约粮食 1.0 亿 kg 左右，约当 125,000 人一年的口粮，赢得了国际农发会的好评。这就是开源（饲草），节流（饲料粮）抓粮食，殊途同归总相宜的道理。

三元结构中的绿色革命和黄色革命是草业生态工程的出发点和归宿

我国大农业中，三元结构历史上是不合理的，现实仍结构不当。这里既有传统的落后观念作祟，也有对绿色革命意义认识不够而步履蹒跚。党中央曾在 1984 年就提出了本世纪末人工种草 5 亿亩的目标，但去年底方达 2 亿亩。

黄色革命主要指粮食秸秆（玉米秸、麦秸、稻草等）通过氨化或专贮处理并饲喂黄牛和其他反刍类。一可节约饲粮，二可补饲牛羊缓解恶性循环矛盾。三可过腹还田，四可保护环境，一举数得。倘如此，我国每年约 6 亿吨秸秆利用 20% 的话，相当于每年生产了 1.6 亿人的粮食，这就是秸秆畜牧业通过黄色革命产生的经济、生态和社会效益。这种低投入高产出现在是费省效宏。

新旧世纪交替之际，我国既然面临着四个千亿工程和 1.7 亿农村劳动力何处去的巨大压力和挑战，处理好上述三元结构和两种革命的关系，就意味着战略目标早日实现。立足草业生态工程的多元化、产业化、市场化和国际化，我国就能步入人民富国强的、良性循环的轨道。

我国南方三叶草（*Trifolium repens*）DM/ha 可达 15~18.75t，折纯氮 300~375kg/ha，折粗蛋白质 2.25~3.0t/ha。这对我国目前农业投入不足、农资（化肥）流通渠道不畅、粮食短缺，具有极强的生产意义。试验指出：以三峡库区到二郎山麓，都可种植。中央提出开发 1.4 亿 ha 荒山和 2.8 亿 ha 草地资源是科学的决策。

中共四川省雅安地委和行署高度重视三元结构的建立，与四川农业大学鉴定了校区长



期技术服务协议,将传统的二元结构调整为麦→玉+豆或麦+草→玉+豆或麦+草→稻结构<sup>\*</sup>。建立了粮—草—畜,林—草—畜和果—草—畜等模式:水稻增产10%以上;小麦和玉米分别增产10~20%和>20%。创粮食生产连续七年丰收,五年超历史水平纪录,多次受农业部表彰,成为四川西部的典型地区。

## 泥石流生物生态工程整治的技术要点

刘伦辉

(中国科学院昆明生态研究所,云南昆明 650223)

泥石流灾害的治理,从生态学的角度作分析,实际上是一种在极度退化山地环境的整治工作,它受不同地域特点,泥石流源地类型与主要激发因素所制约。生物生态工程治理泥石流的目标应按“远近效益结合,里表危害同治,整治与利用并举”的原则,因地制宜的制定整治规划,同步开展实施。现根据多年在云南南涧县城后山所作泥石流治理情况,试将主要的技术要点,归纳为以下五个方面:

### 1. 生物谷坊群(竹节沟)技术

这是针对各类冲沟而设计的整治技术。其实施的要点是根据沟切深度与汇水面积不同,将治理区内冲沟区分为毛沟、小支沟、支沟与主沟等类型,分别建造一系列结构不同,功能相似的生物坝系(包括生物谷坊坝与土建拦坝),从而将原有平滑直通的沟道改变成由多级分段截流的生物谷坊群组成地既能蓄水拦砂,也能栽种绿色植物的梯级沟道,由于在外形上极相似于一根根长有枝叶的竹子,又称为竹节沟技术,效果较显著。

### 2. 长坡短截(调控洪水)技术

这是针对广大的汇水坡面整治设计的,主要包括水平带状整地,水平截流沟,水平生物篱和调控水设施建设等内容。还有对于较大泥石流沟上游汇水的处理,要求尽量依据地形地势条件修建容量较大的水库;要是无适当的坝址,也可采用横山水平截流沟与子母式蓄水塘将冲沟中的水势分散与缓解,目的是先增加水分渗透与蒸发,然后再让多余洪水慢溢山坡,从而将汇集沟中之洪水转化为坡面散流水,以达到削减洪峰的效果,同时也改善了土壤水分条件,植物生长更加良好。

### 3. 最佳绿色坡面复盖技术

这项工作涉及到适生物种筛选,简而易行的种植技术,合理的整地方法,高功能群落组合等一系列重在改变现有退化山地面貌、加大地表复盖、减少地表径流、增加经济效益、保护地面完整为目的。因而这项工作首先是找出若干种速生、高产、有用的乔、灌、草搭配的主栽品种,再按多物种多层次匹配成群落,从而实现尽快改变原有山地面貌,增加生物产量之目的。

<sup>\*</sup> “+”示间作;“→”示轮作。

#### 4. 配套的土建工程技术

土建工程是泛指用毛石或混凝土结构筑成坚固的稳、拦、排工程，它有稳坡、固床、贮砂、防止近期出现危害和为植物生长提供稳定生境的作用。其中按防犯目标可分为防灾的应急程，一般选择在地质条件好、库容量大的地段施工；护坡防塌工程，主要是设置在较大冲沟高凌空急转弯的地方；防切拦坝工程，主要设置在一些深切的冲沟中，有促使冲沟回淤和稳沟、护坡、固床作用；排导稳床工程，一般是设置在水量充足的沟道下游。

#### 5. 社会管理工程

这是开展生态工程建设不可缺少的组成部分，其内容包括划定生态建设保护区与居住危险区范围，调整土地使用结构，组织管护队伍，制订乡规民约，宣传提高民众的生态保护意识等一系列重在防止人为破坏因素再次发生的管护措施。

总之，泥石流生物生态工程治理是在充分认识区域环境特点的基础上，通过上述五个方面的整治技术，把治坡与治沟、保护与改造利用、生物工程与土建工程紧密结合，主发区、源头区、流通区同时整治，中心目标是增大土壤渗透，减少地表径流，稳固松散土质，促进植物生长，改善山地水份循环，削减洪峰，从而达到近期能调与远期能保的双重目的。

## 减少环境污染 发展生态农业

林金华

(广东斗门白蕉镇人民政府，广东斗门 519125)

如何开展农业综合利用，开辟一条高产、优质、低耗、多收，减少无形的浪费与污染，做到物尽其用，减少人类对大自然的掠夺，达到良性循环的生态农业，是值得我们探索与倡导的。本文把鱼塘养殖与牲畜饲养有机地结合，造就一个科学性较强的相互依存依托的生态环境，提高整个生态系统的能量转换，优化与综合利用，实行“以鱼为主，一水多用，立体养殖，综合发展”，为粮、蔗、鱼、畜创造良好的生态循环，也是人类自我负责精神。

1. 生态农业是相互依托生存的农业。鱼畜综合养殖能使池塘在放养品种上采用多品种混养，各种鱼有着不同生活习性和栖息习惯，吃食性鱼类鲢、鲤、鳊等鱼摄食畜群吃剩的植物碎屑，可以减少下脚饲料的浪费，草食性鱼类鳊能以塘基种植蔬菜类老叶作饲料，合理性调节鱼畜的食物结构，才能促进鱼畜的生长。畜群的粪便和下脚料又能增肥池水，以供各种鱼的滤食和摄食转化为鱼的产量。

2. 生态农业是高效益、少污染的农业。鱼塘圈养畜群综合利用已被我镇越来越多的农民认识和接受。在同等条件下，有畜群鱼塘比无畜群鱼塘增产增收 10~15%，物耗成本也降低 7~10%。1993 年村民承包鱼塘 9 亩，引进旦鸭 1500 只，亩净产塘鱼 1033 公斤，亩纯收 1805 元，比 1992 年无养鸭时平均亩增产 267 公斤，增收 685 元。而养鸭户总收入 166200 元，纯收 17500 元。

以前由于没有很好利用粪便和生活垃圾，到处臭气熏天，使大量含氮、磷、钾的有机



质肥料排入河中，淤塞河道，阻碍排灌，使河水常年呈墨绿色，严重污染农民食用水卫生。现在由于合理地利用这些肥料，改善了食水环境。

3. 生态农业是保持地力不衰的农业。据农民说，过去用锄头锄地能入土 10~15 厘米，现在用力锄地只能入土 7~10 厘米。据我镇一些农业资料证实，地力越来越差，在同等的管理措施下，七十年代种一亩甘蔗施用含量 46% 的尿素 100 公斤可生产甘蔗 6 吨；而现在要生产甘蔗 6 吨就需施上述尿素 160 公斤，增施 60%。保持地力可以用种紫云英、稻草回田，亦可使用我们沿用已久的施人畜粪。这种办法或许是落后，但事实证明是有效的。因人畜摄取食物后为机体保持平衡达到生存，随之排放废弃物回归大自然。能利用粪肥是减少对大自然的掠夺，也是减少生产化肥的原材料和生产过程排放废气物对人类的污染。

4. 生态农业布局要趋于合理。各级领导要珍惜土地，不要任意搞开发填土，破坏生态平衡与土地使用。身为领导干部要科学决策和引导农民认识市场经济规律，要因地制宜地发展商品经济，不要盲目发展以致一边倒。在市场经济的影响下，鱼塘占耕地面积 30%，水稻 35%，甘蔗 25%，其它 10%，这样若遇上自然灾害，鱼塘欠收有甘蔗补上，甘蔗失收有水稻或鱼塘补上，这样会立于不败之地，而且水稻、甘蔗还可以轮作提高地力减少病虫害，塘泥可覆盖水稻，甘蔗是提高地力，又能增加鱼塘生产力。总之生态农业好处很多，而生态农业牵涉内容也很广，值得进一步研究探讨。

## 农村中学生态校园建设刍见

喻家龙

(安徽师大地理研究所，芜湖 241000)

1. 问题提出 当前世界面临着持续发展和绿色运动的大潮，生态学原理已逐渐向人类的全部活动范围渗透。然而，学校这个特殊的生态系统却未引起有关部门的重视。其实在农村中学进行生态校园建设，意义十分重大。它不仅能改革教育，合理开发利用校园资源，培养技能人才，更为重要的是能加速农业科技推广，促进教育科技兴农和农村经济发展。

2. 校园资源 调查指出，校园既有丰富的人力、智力资源，也有数量相当可观的空闲地、水域、屋面、粪便等资源。但从总体来看，均未能很好地加以开发利用。究其原因主要是校方片面追求升学率，拼命抓“智育”，而忽略了对学生的全面教育。结果造成，中学生毕业回到农村，因缺乏技术不能适应农业和农村经济发展的需要。这充分暴露了现行农村基础教育的弊端。

### 3. 建设内容

3.1 指导思想 从系统思想出发，按照生态学和生态经济学原理，充分发挥学校的人力、智力等资源优势，以科学技术为主导、校园为依托、沼气为纽带，合理开发校园资源，形成一个高效的物质、能量良性循环生态系统，使教育、科技与生产劳动相结合，培养德智体全面发展人才，改善办学条件，优化育人环境。真正把农村教育转到主要为当地经济

建设服务上来，将学校办成一个文化科技教育、劳动者素质提高和农业科技推广的基地。

3.2 主要内容 首先是改革教育。根据国家教委试办农村综合初中精神，改革文化科学课，分年级逐步引入技术或职业课，使文化科学教育与技术职业教育有机结合，建立适应农村现代化建设需要、符合青少年身心发展的课程体系。其次，要建设可供实践的生产实验基地。进行立体种养、畜禽养殖、发展沼气等。第三，绿化美化校园。如屋面种植或绿化，植树种花，建造防盗多功能绿篱等。第四，校办工厂生态化。立足利用当地资源，发展适销对路的农副产品加工业，加工增值。从而形成一个良性循环的生态校园系统。由图不难看出，生态校园全面教育培养受教育者，通过沼气转换，集众多生物种群于一体，深度开发综合利用资源，形成一个结构优化和物质、能量良性循环的人工生态系统。教育、科技、生产紧密结合、相互促进，协调发展。生态、经济、社会效益非常明显。

## 华北平原水利工程对区域生态环境的影响

许越先

(中国农业科学院，北京 100081)

华北平原是我国重要农业区，也是生态环境比较脆弱的地区。60年代以来，经过长期持续的综合治理，原有旱涝、盐碱、风沙等灾害得到初步控制，区域生态出现良性循环过程，农业生产发展较快。但是，区域生态系统仍有很多不稳定因素。其中水利工程的环境后效尤为突出。

50年代初期至60年代中期，在各河系上中游兴建了一系列蓄水工程和引水工程，50多座大型水库和大量的中小型水库，控制山区流域面积80%以上，平原的耕地灌溉率由5%增加到25%。60年代中期以来，大规模开发地下水，农用机井由10多万眼发展到160多万眼。同时发展引黄灌溉和在平原河道修建拦河闸蓄水工程，耕地灌溉率进一步增加到63%。

由于大量开发地表水和地下水，改变了水在空间上和时间上的自然分配状况，中止一些原有水文过程，引发一些新的水文过程，从而对生态环境产生了多方面的影响，主要有以下几点。

### 1. 河流入海水量减少

地表水开发利用量的增加，将河流部分水量引入农田，减少了河流入海水量，增加了陆面蒸发量。地下水开发利用量的增加，腾出了大量的“地下库容”，使一部分降雨径流量转变为降雨入渗量，也导致河流入海水量减少。据水利水电科学研究院等单位分析资料，海滦河水系年平均入海水量，50年代为241.8亿立方米，60年代减为161.9亿立方米。70年代进一步减到116.4亿立方米，80年代前期仅有14.6亿立方米，只有50年代的6%，60年代的9%。由于入海水量减少，下游河道长期干涸无水，原有的航运、水产、河口受到一系列影响，河流生态过程发生重大变化。



## 2. 地下水位持续下降

60年代中期以后,大量发展井灌,全区地下水开采量占综合补给量的52%,但河北、河南、北京等省、市开采强度较大,开采量占补给量的比例,河南省为65%,河北省达94%,有些地区如太行山山前平原地下水大量超采。浅层咸水区则深层承压水大量超采。河北省1984年比1964年地下水位累积下降6.03米。近10年来,石家庄等地平均每年下降近1米。在地下水位下降严重地区,出现大面积地下水下降漏斗。华北平原共有地下水漏斗区50多处,其中河北省平原区40多处,低水位期漏斗面积约占该省平原面积18%。

## 3. 区域盐分累积量增加

灌溉农业的发展,使山区和外流域引入平原的水量及溶解于水中的盐分增加。而入海水量减少,随水排出的盐分相应减少。由此造成平原区盐分累积量增加。如海滦河平原,1968年至1979年,平均每年累积于区内盐量361.6万吨,平均每亩地积盐18公斤;1980年后全区平均每年积盐579.5万吨,平均每亩地积盐28公斤。区域盐分的长期积累,具有发生大面积土壤盐渍化的潜在危险,是华北平原生态环境的重要不稳定因素。

# 区域生态环境脆弱性类型划分的方法与实践 ——以贵州乌江流域为例

苏维词 周济祚

(贵州省山地资源研究所,贵阳550001)

区域生态环境是区域社会经济持续发展的核心和基础。由于人口压力加大和对自然资源的掠夺开采,导致部分地区的生态环境日趋脆弱,环境质量下降,从根本上威胁人类的生存。乌江水系作为贵州最大的一条河流,它流经42个县市,覆盖面积达65990km<sup>2</sup>,占全省总面积的37.4%,是贵州省工农业比较发达的地区。区内人类活动频繁,碳酸盐岩出露广泛,岩溶地貌发育,山多坡陡,水土流失严重,生态环境日趋脆弱,并且已影响到流域内社会经济持续协调发展。为此笔者以该流域为例,对区域生态环境脆弱性类型划分的原则和方法进行了详细探讨,主要包括:

1. 探讨了区域生态环境脆弱性划分的主要原则。

2. 筛选区域生态环境脆弱性类型划分的指标。区域生态环境脆弱性特征主要通过区域生态系统的改变速率、区域生态系统抵抗外界的干扰能力和区域生态系统的稳定性及相对于全球变化的敏感性来体现,围绕这些特征,本文从组成区域生态环境系统的地质岩性、地貌、气候、土壤、植被及人类活动等六个方面入手,初选了年均石漠化速率( $R_1$ )、碳酸盐岩出露面积比( $R_2$ )、地表沟壑度( $R_3$ )、 $\geq 25^\circ$ 坡地面积百分率( $R_4$ )、 $\geq 10^\circ$ 坡地面积百分率( $R_5$ )、旱灾出现频率( $R_6$ )、涝灾出现频率( $R_7$ )、年均降水量( $R_8$ )、年际降水变率( $R_9$ )、表土层厚度( $R_{10}$ )、土壤侵蚀模数( $R_{11}$ )、森林覆盖率( $R_{12}$ )、植被覆盖率( $R_{13}$ )、平

均农业人口密度 ( $R_{14}$ )、 $\geq 25^\circ$ 坡耕地面积占总耕地面积的百分率 ( $R_{15}$ ) 和坡耕地面积占土地总面积的百分率 ( $R_{16}$ ) 等 16 个指标作为区域生态环境脆弱性类型划分的参考指标,并以年均石漠化速率的大小作为划分生态环境脆弱性强弱程度的主导指标,对其它 15 个参考指标进行灰色关联度分析,根据关联度的大小,选择八个关联度高的因子 ( $R_1$ 、 $R_{11}$ 、 $R_{15}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_6$ 、 $R_{16}$ 、 $R_2$  和  $R_4$ ) 作为区域生态环境脆弱性类型划分的正式指标。

3. 根据关联度的大小,赋予八个正式指标相应的权重。

4. 提出了生态环境脆弱度概念,建立了生态环境脆弱度的计算公式,并逐个计算出了乌江流域 42 个县市生态环境的脆弱度得分。

5. 经过综合评判,把乌江流域 42 个县市生态环境脆弱性类型划分为五大类:Ⅰ类剧烈脆弱区,包括纳雍、水城等 5 个县市区,面积 9689.3km<sup>2</sup>,占流域总面积的 14.68%;Ⅱ类强度脆弱区,包括毕节、普定等 6 个县市,面积 10491km<sup>2</sup>,占流域总面积的 15.9%;Ⅲ类中度脆弱区,包括安顺、桐梓等 22 个县市,面积 30883.3km<sup>2</sup>,占流域总面积 46.8%;Ⅳ类轻度脆弱区,包括平坝、贵阳等 6 个县市,面积 8654.4km<sup>2</sup>,占流域总面积的 13.11%;Ⅴ类潜在脆弱区,包括遵义、湄潭等 3 个县市,面积 6266.9km<sup>2</sup>,占流域总面积的 9.5%。

6. 针对各类型脆弱区的特征,提出了相应的调控对策。

## 矿山生态恢复的理论与实践技术

高 林

(中科院生态环境研究中心,北京 100085)

本文从三方面进行论述:1. 矿山开发后引起的生态破坏和环境污染;2. 矿山生态恢复的理论;3. 矿山生态恢复的实践

第一部分介绍了我国矿产资源开发利用过程中带有普遍性的环境问题:①如固体废弃物排放和堆集,以有色金属工业为例,每年排放量为 6000 万吨,累计堆存量达 10 亿吨,近年,几次重大环境污染事故都是由于尾矿坝,堆渣场塌方造成的。从废石、废渣堆放场淋滤出的酸性和碱性废水,含有大量有毒、有害的重金属离子 (Hg、Cd、As、Cr、Pb...) 以及放射性元素,这些废水不仅污染矿山,工厂附近的水体和土壤,危及人、畜健康,而且土壤受重金属污染后,土壤中的微生物会大量死亡,土壤失去分解消化能力,导致土壤肥力下降,加速了贫瘠化,沙化过程。②无论是坑采还是露采,其作业场的空气污染都是很严重的。特别是井下作业,工作空间狭小,工作地点多变,通风不良,工作场所缺氧,而二氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、粉尘和放射性物质一氢,相对较高。③废水污染;矿石开采和选矿过程中产生大量废水。其中包括矿坑水、废石淋沥水,选矿废水及尾矿坝废水等,废水中含有大量重金属离子、酸、碱、氰化物、细菌、病毒等,大量污水外排,不仅污染农田、河流、湖泊,还严重污染饮用水。④景观生态破坏,开采矿产资源在世界范围内正不断增长,开采区面积也在扩大;采剥深度也越来越大,由此对土地的破坏愈益严



重，它破坏了植被和景观，形成所谓的“日球景观”。

第二部分：矿山恢复的生态学原理是以生态演替 (ecological Succession) 理论为基础，即生态系统由一种类型转变为另一种类型的有顺序的变化过程。这个过程在自然界很常见，例如：草地被破坏变成裸地后，一般均要经过杂草期→疏丛禾草期→密丛禾草期等阶段才能恢复；云杉林被砍伐后，也要经过迹地→杂草期→桦树→山杨期→云杉林等阶段，时间可达几十年之久，但人为作用可以调控这一过程，从而加速演替或改变演替方向。

根据这一基本原理，在进行矿山恢复过程中①首先选择耐干旱、耐贫瘠、速生的作物或牧草，以便在矿山废弃地上迅速生长，并获得持久的植被，②在基质得到一定程度改良后，可采用混播草种使之迅速覆盖废弃地，或与豆科作物轮作、套作的方式达到“种地、养地相结合”的目的；③根据土壤的元素组成与肥力，辅之以一定的水肥（尤其是微生物肥）措施；建立可以自己维持的土壤生态系。④发展多种作物与果树，因地制宜地开展农、林、牧、副业，综合利用矿山废弃地。

第三部分：以山西孝义铅矿土地复垦示范工程为例介绍矿山生态恢复的实践，首先确定复垦类型，通过调查表明，孝义铅矿的工业废弃地应该恢复为耕地，用以改变工矿型农业区耕地日趋减少的状况。前期的试验证明：孝义铅矿具备把复垦地用做耕地所需的土地、水源、气象等生态环境条件；同时，对排土场边坡建立以草灌植被群落替代野生植被来固土封坡是可能的。

研究工作及技术工艺路线是以现有的剥离、采矿为依托，实行剥离—采矿—复垦一体化，排土场工程性复垦与生物性复垦相结合，工程性复垦的要求是使终止作业的排土场土层能较均匀地沉降，为恢复耕地提供了一个理想的基层层。

在进行生物性复垦工程及研究中，做了以下几方面的工作：(1) 作物类型与优良品种的筛选试验。按矿山复垦地耕作熟化的要求，选择以豆类养地，禾谷类与豆类轮作或间作的方针，对 12 个类型的 29 个品种进行筛选试验，最后选出优良大豆品种北农 50098，玉米中单 104，中单 14 和掖单 13 等。(2) 植被工艺：采用保水剂拌种，深种接墒和少耕翻，横向垄作等技术，创造蓄水条件，提高耕作区地表粗糙度，提高出苗率，使作物产量提高 15%。(3) 土壤培肥措施：在施肥方法试验中，针对复垦地“生土”的特点，速效养分低，有机质少，为加快生土熟化过程，确定以基肥为主，为满足作物苗期对养分的需求，辅助施用种肥，并适时对禾谷类作物加施追肥。由于采用了多项培肥土壤技术，耕作三年后生土已经熟化；土壤孔隙度增加，容重降低；团粒结构达到 12.24%，改变了土壤板结和容易发生地表径流的性状。

# 羊草人工草地的建立及其科学管理的研究

陈 敏

(内蒙古大学自然资源研究所, 呼和浩特市 010021)

本文研究了在典型草原地区建立羊草人工草地及其科学管理和合理利用的问题, 主要结果如下:

1. 在草原区栗钙土非灌溉条件下, 只要注意避风和低湿地形的选择, 在弃耕地或开垦退化草地种植羊草建立人工草地是行之有效的。这是改良草原提高草原生产力的有效途径之一。

2. 羊草种植后, 在既无灌溉条件, 又不进行中耕除草和施肥的情况下, 利用种间竞争关系, 羊草经过 2~3 年的繁殖, 即可占据地下与地上空间, 抑制其他杂草的生长, 形成羊草占优势的人工草地, 人工草地比天然草地具有较强的抗旱力和生产力。

3. 羊草人工草地在连年割草利用的情况下, 对羊草的再生性和产草量影响很大, 为了保持草地的稳定性, 不能连年割草, 应该割一年休一年, 或割二年休一年, 割草的时间应该在羊草结实末期进行。

4. 随着人工草地被利用时间的增长, 在相邻天然草原的影响下, 天然草原的种子植物不断向人工草地侵入, 使人工草地的植物种类组成和种群结构在不断发生变化, 特别是羊草与一、二年生蒿类植物始终存在着激烈的种间竞争, 它们之间的关系是互补的关系, 在各种种子植物不断侵入的情况下, 羊草人工草地有向天然草原逐渐演替的趋势。

5. 羊草人工草地被利用 7~8 年后, 应该轻耙松土一次, 以便促进羊草根茎繁殖和恢复草地的生产力。

羊草 (*Aneurolepidium chinense*) 是欧亚草原区东部的重要草原建群种之一, 羊草草原广泛分布在我国东部草原地区。羊草对水分条件有广幅的适应性, 具有耐盐碱、营养价值高和牲畜适口性好的特点, 是草原区重要的优良牧草。因此开展本项研究, 对建立人工草地和提高草原生产力可提供某些科学依据, 这在理论和实践上都具有重要意义。



# 中国北方旱地农业持续发展道路探索

## ——“八五”攻关旱农试验区寿阳县宗艾村生态经济规划

高德明 陈丽娟

(中国农科院农业气象研究所, 北京 100081)

持续和发展是当今世界面临的紧迫而艰巨的任务。农业是国民经济的基础, 农业发展的高效性、持续性已成为领导者、科技工作者和普通百姓的普遍关注, 领导者关心产量能不断提高, 农民渴望发家致富, 生态学家从人与自然的关系出发, 强调经济发展与环境治理必须协调, 使发展具有可持续性。可见, 持续农业的任务十分艰巨, 她需要农业科学、生态科学、经济科学和社会科学工作者的共同努力, 全球都在探索持续发展的道路。我国北方旱地农业综合发展历史悠久, 是我国重要的农业生态经济区之一。该区的生态因子是水, 干旱严重地制约着农村经济的发展。很长时间内, 由于片面追求粮食产量, 农业生产结构不合理, 带来了严重的土壤侵蚀、沙漠化、植被稀疏, 灾害频繁, 生态环境脆弱等严重问题, 成为国内贫困地区之一。

本文以山西省寿阳县为背景, 以“八五”攻关旱农试验区宗艾村为基地, 通过对农业生态系统的分析, 揭示当地农业发展存在的问题, 对试验区农业生态经济系统采用经济效益、生态效益和社会效益多目标线性规划方法, 建立了多目标模型。多目标线性规划模型的解法多种多样, 本文采用的是带容量的序列优化解法(带容量取 0.02)。通过对模型的求解和分析, 指出典型旱地宗艾村农业发展的方向和结构调整方案。建立多目标生态规划其根本出发点是区域农业持续发展, 其优化结果即为现实可行的持续农业发展模式, 可为整个北方旱地农业的持续发展提供参考。

宗艾农业生产目前存在的问题是①农业生态系统结构缺损, 第一性生产和第二性生产结构偏差太大, 作物种植结构单一; ②资源浪费严重, 宜林宜牧地广阔, 但利用率极低, 由于煤炭丰富, 不存在燃料问题, 大量的秸秆资源毁于一炬、“回归自然”; ③资金短缺, 投入不足; ④生态环境恶化。在农业生产结构优化模型设计中, 种植业、养殖业和林业是系统结构的主体, 所以决策变量应包括种植业、养殖业及其它的一些生产要素; 本模型设立了如下三个目标函数: ①农业生产活动纯收益最大目标函数; ②农业生产产品营养价值最高(以蛋白质产量计算); ③降水利用率最大目标函数。模型约束条件考虑了①系统内部资源约束; ②系统内、外需求约束; ③持续发展目标约束, 主要是土地可持续利用, 养分平衡约束; ④由于技术因素或市场因素而具有风险性生产要素形成的约束; ⑤当地农民的嗜好、风俗和习惯。

研究表明: 应扩大经济作物的种植面积, 提高种植业的经济效益; 大力发展畜牧业, 以草畜动物为主, 充分开发荒草宜牧地和丰富的秸秆资源, 将寿阳发展成为畜牧业基

地不仅能充分合理地利用自然资源，而且农牧有机结合，形成良性循环，使农业持续发展；积极发展林果业，防风固沙，绿化荒坡，提高经济效益；引进甘草、红花等中药材。宗艾村农业生产结构优化后纯收入达 195.7876 万元，比 1993 年增长 166.96%；蛋白质年产量可达 261865 公斤；降水利用率达 86.07%。其中粮食作物面积减少了 10.84%；经济作物面积增加了 102.55%；畜牧业产值提高了 14 倍；水果产值提高了 2.83 倍。





## 六、城镇及人口密集区生态建设的理论、方法与案例





# 试论城市景观动态变化与城市化发展 ——以沈阳西郊为例

孙中伟

(中科院沈阳应用生态所, 沈阳 110015)

景观格局变化的主要原因在于外界的干扰作用。而人类活动的干扰又是引起这些变化的根本原因。本文利用航空遥感技术与地理信息系统相结合的方法, 在研究沈阳西郊夏天十年来动态变化的基础上, 利用城市化指数, 定量分析城市化发展进程与信息量的变化, 为城市发展的宏观决策提供理论依据。

对于城市景观空间格局动态变化的研究, 是分析城市发展规模的一个重要方法, 也是目前景观生态学中的一个研究热点。景观空间格局变化的原因不在于外界的干扰作用。这些干扰的作用机制往往是综合性的, 它包括自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用。其作用结果, 使得景观系统内个别景观要素的稳定性和景观的空间结构发生了改变, 从而使得景观格局发生了变化。景观格局的显著变化, 具有三种典型类型: (a) 一种新型的景观要素变成为基质, 取代了原来的基质; (b) 几种景观要素的景观比例发生了变化; (c) 一种新型的景观要素在景观系统内出现。

对于沈阳西郊景观的研究, 我们通过 1958, 1978, 1988 三个时期的航片制得三张景观图, 并经此取得基础数据。从 1958 年至 1988 年这 30 年来, 沈阳西郊的景观发生了很大的变化, 各种嵌块体的面积和数目均有不同程度的增减。景观基质已完全改变, 由旱地变为水田。景观逐步破碎化, 出现了越来越多的岛状嵌块体。

沈阳西郊景观异质性程度也有了很大变化, 在 1958 年, 景观格局以旱地、水田、荒地、为高信息量的分布格局, 到 1978 年, 荒地、旱地的信息量有所降低。其它类型均有所增加, 到 1988 年则形成以水田、城镇、菜地为高信息量的分布格局。这种显著变化, 表明了 30 年来沈阳西郊城市化与城郊型农业的迅速发展。

城镇工矿用地, 在景观中占有特殊的地位, 其数目和面积的增长, 无疑是城市化的显著现象。而菜地、果园等做为城郊型农业的重要特征, 在一定程度上也体现了景观城市化的趋势和速度。为了进一步研究城郊景观的城市化趋势, 我们定义城市化指数。计算结果表明, 三个时期的城市化指数有了明显的增长, 且增长的速度在加大, 1958~1978 年间, 城市化指数仅增长了 6.09, 平均每年的增长率为 0.8。而在 1978~1988 年这 10 年期间, 城市化指数却增加了 8.01, 平均每年的增长为 0.8。在城市化的过程中, 菜地和果园在城郊型农业的显著地位也在不断上升, 由 1958 年的 2.03 上升为 1988 年的 17.03。表明了它受城市化的影响, 与城镇的同步发展状况。



# 论创建绿色城市文明的机理与对策

冯向东 钱育渝\*

(吉林省城乡规划设计研究院, 长春 130061)

## 1. 创建绿色城市文明的哲学思考

### 1.1 人类该从生态破坏的恶梦中惊醒了。

1.2 世人追求“天地人和”和“哲学启益”。我国先古尚知“天地人和—共存共荣”，西人也追求“理想国”“太阳城”“花园城”……都为我们创建绿色城市文明提供了丰富的哲学营养。

1.3 人类自然哲学观必然经由“古代农业文明——甘做自然奴隶”→“现代工业文明——战胜自然主义”→“未来绿色文明——珍爱自然朋友”的演替，为创造绿色城市文明提供了哲学思辩精华。

## 2. 绿色城市文明的功能机理

2.1 绿色城市文明是科学运用多元乡土绿元材料创建优良绿色“硬”环境构筑的城市物质文明与规教市民树立绿文明意识创建优良绿色“软”环境构筑的城市精神文明的合一；是钱学森先生倡导“山水城市”的理性升华；也是“以人为本”“与自然和谐”，集绿化、美化、彩化、净化为一体的城市生态文明与人文景观融合的一种绿色城市文化。

2.2 绿色具有多功能、持久的综合功效，其价值也是无限的。

2.3 城市绿地功能是一切系统无法替代的城市自然生态系统的重要组成部分。

2.4 绿色促进城市良性运行机制机理。任何城市发展模式，其终极都以“人口增长”与相应“生活质量”构成“发展需求”；再透过“经济发展”中介体向“自然索取”足够量质“食物能源”“水源资源”才能实现；但“自然供给”严受“环境容量”“生态承载力”制约；如在“环境容量”“生态承载力”允许限度内，就能实现城市良性生态代谢循环，促进良性运行机制形成。因为：城市运行需吸收、运移、加工、转化、生成、消耗、贮存、输出、交换、排放物质，进行“物质流动→能量交换→熵流代谢”循环过程……因此，选择优化绿色城市文明模式实施，就能促进城市整体“高效和谐——协调发展”良性运行机制形成。反之；相反。这就是机理所在。

## 3 实现绿色城市文明的对策

这也需“硬”对策匹配，优化组合，有序实施才能奏效。

3.1 要用人与自然和谐价值观导向。追其城市开发毁绿的终极，都是人与自然对抗的恶果。因此，未来城市要充分体现生物圈与技术圈协调；追求人与自然共存共荣价值观，才能促进绿色城市文明升腾。

\* 云南省公路总局电子计算中心

3.2 创建优良绿色“硬”环境,满足城市物质文明需求,就一座城市而言只有绿地与建筑用地比例2:1时才能呈现生态平衡。为此,城市总体规划要加大绿地比重;构筑点线面“三维空间”网状联接、立体交互、多姿多彩的绿化优化组合;使现时城市建筑艺术景观→向未来城市生态建筑艺术景观发展才行。

3.3 创建优良绿色“软”环境,满足城市精神文明需求。因为:现代工业文明留给后人不应是金钱、财富、贪欲;而是美好、清新、圣洁的绿色地球才有幸福可言。

3.4 要从城市整体协调发展战略出发,编好创建绿色城市文明规划作为指导蓝图。

3.5 要加大城市环境综合整治力度。

3.6 营造浓厚文化氛围,提高全民族绿色文明素质,促进盛开绿色文明之花。

3.7 强化科学化决策,是实现绿色城市文明的可靠保证。

结语:任何政治都是人为的历史瞬间;而生态环境却是人类子孙万代的永恒需求。

## 珠江三角洲小城镇地区的生态保护研究 ——以深圳市光明华侨畜牧场为例

曾 辉

(北京大学城市与环境学系,北京 100871)

改革开放以来,珠江三角洲地区的小城镇充分利用国家的各项优惠政策,凭借自身的区位优势,大量吸引外资进区建设,经济实力不断增强,在地域社会经济发展过程中占据着重要的地位。据初步统计,工业生产的主体部分“三来一补”型加工项目中,大部分位于小城镇地区。但是,各小城镇在经济高速发展的同时,亦出现了许多严重的生态问题,这些问题集中体现在以下几个方面:1)人口增幅过快,暂住人口的生态破坏问题较大;2)市政基础设施保障能力较差,区域性环境污染严重;3)总体规划工作薄弱,社会经济结构配置和空间安排混乱,盲目推地待建现象极为普遍;4)区域生态系统改造强度大,植被破坏、水土流失等生态问题突出,系统稳定性维持能力下降。

为求得区域社会的持续发展,珠江三角洲地区的小城镇无疑应当采取经济发展与生态保护并重的发展策略。首先,在对区内各种社会、经济和生态约束条件详细分析的基础上,通过综合性的规划手段,力争合理安排区内的经济结构配置、空间配置和发展进程,最大限度地减小发展的风险性;其次,加大各种必要市政工程设施建设的投入力度,为区内的生态环境保护提供坚实的硬件基础;第三,强化各种区域性生态保护工作,特别注重植被建设、水土流失控制等生态工程措施,并通过合理的生态分区规划,达成区域社会经济发展和生态保护协调统一之目的。

深圳市光明华侨畜牧场(以下简称光明农场)原为著名的生态农场,总面积54km<sup>2</sup>。依托深圳和香港两个巨大的农产品市场,商品农业生产,特别是牧业生产具有得天独厚的外部条件。目前,该场牧业生产已逐渐形成奶牛、养猪、养鸽和养鸭四个支柱部分。仅1992



年就向香港输出鲜奶 1.35 万吨,生猪 3.9 万头,乳鸽 113 万只,活鸭 45 万只,合计创汇 1000 多万美元,是深圳市重要的创汇农业基地。除畜牧业外,本区热带水果的生产条件亦十分优越,荔枝、龙眼、香蕉等水果品种均具有较大的发展潜力。本区的工业生产从八十年代初期开始起步,到九十年代初期,以农产品加工业为主的产业群体初具规模,1992 年实现工业产值 2.9 亿元,为农业产值 (1.5 亿元) 的近两倍。

光明农场的社会经济发展面临着与珠江三角洲其他小城镇同样的生态约束问题。从八十年代中后期开始,随着区内工业生产规模的不断扩大,人口逐渐增多 (1992 年为 2.31 万人),工业与农业争地矛盾突出,区域性环境问题已显露苗头。随着今后社会经济的进一步发展,上述问题将日益突出,一些新的区域性生态问题也将不断暴露出来,最终将威胁自身社会经济的持续、健康发展。

为克服上述弊端,协调区内经济发展与生态保护之间的矛盾,本研究确定以下对策:①光明农场应采取工农并种的经济发展方案,农业生产可延续现有的生态农业模式,同时应保证全区 80% 以上的土地为大农业用地;工业生产应大力发展效益好、规模大的轻加工工业,所有工业项目应集中布局在中西部地区;②控制总人口的增长规模,在现有基础上,人口增长率 (包括流动人口) 应控制在 4% 以内;③加强环境治理工程建设,除工业点源治理外,近期应上马垃圾和污水集中处理工程;④控制土地开发规模,2010 年城市建设用地应不超过 10km<sup>2</sup>。⑤分区落实各项生态保护措施,东部山区应划定为自然植被保留地,在加大生态建设投入的基础上,局部地区可考虑进行山水旅游开发。北部地区和南部地区为农业生产保留地,应特别注意稳定现有的农业用地面积。中西部地区为城镇中心区,需注意强化各种工业污染和生活污染治理措施。

## 加强城市生态建设,建立饮用水源保护区

彭菊初

(湖南省株洲市环境科学研究所,株洲 412000)

株洲是一个中型工业城市,人口稠密,工业布局为五片一中心,湘江通过市区,湘江株洲段长约 12KM,它是城市供水水源的取水地,又是市区工业废水和生活污水的受纳水体。沿岸分布四个工业区,数百家企业,东岸建有三个水厂,有四条排污港,由于工业生产的发展,人口增多,工业废水和生活污水相应增多,影响了湘江水源水质。各水厂水源水质的主要污染物为有机物,氨氮、硝酸盐氮和铁等。

为了保护人们身体健康,确保饮用水源清洁卫生,根据城市发展规划和工业布局及城市给排水工程现状,将株洲市区饮用水源划分及三个级别的保护区。

一级保护区:位于 1、2、3 区水厂的水域和其所在的陆域部分,面积约 9KM<sup>2</sup>。要求水质达到Ⅱ类地面水标准;禁止向水域排放污水,拆除已设置的排污口;禁止堆存废渣及倾倒垃圾、粪便等;禁止停靠船舶及设置码头和油库;禁止从事种植和放养家禽;严格控制

网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游和其他活动。

二级保护区：位于一级保护区之间的江段及相邻的陆域部分，面积 29KM<sup>2</sup>。要求水质达到地面水Ⅲ类标准；不准新、扩建向水域排放污染物的建设项目；改建项目必须削减污水排放量；原有排污口必须削减污水排放量；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒品的码头。

准保护区：包括二级保护区以东的水域和陆域部分，面积 28KM<sup>2</sup>，要求排放的废水达到国家和地方的排放标准。

#### 1. 饮用水源保护区综合防治措施和途径

全面规划，合理布局：

在各工业区调整工业布局，如市中心区为行政、商业、金融及交通中心，建设以调整改造为主，对严重污染的项目限期治理；新开发的河西区是市中心区的延伸，工业项目主要排那些技术密集，适合公路运输的清洁型工业；处于市区水源上游工业区，坚决制止严重污染项目建设。

#### 2. 严格控制污染源

工矿企业必须按照“谁污染，谁治理”的原则，治理污染，严格控制新污染，结合技术改造，发展无污染工业；对饮用水源区的 SS、COD、S<sup>2-</sup>、BOD<sub>5</sub>、石油、Hg 等污染物和排污口实行总量控制。

区域综合治理：建立污水处理厂，处理各区生活污水和分散的工业废水；建设化工、冶炼、制革化学处理污泥等工业垃圾处理处置场。根据谁污染、谁处理，谁排渣、谁利用固体废物，实行产、供、销一条龙体系，促进产品的有效利用。

非点源控制：农药、化肥、初期雨水、沉降等非点源也造成对水源的污染，使水中的氨氮、硝态氮含量均高，必须严格控制市郊农药、化肥的合理施用及防止水土流失。

立法管理：制定了《株洲市区饮用水源保护区污染防治管理规定》的文件，规定了各级水源保护区的水质标准，并制定了水质保护条例，对违反条例造成污染事故，要给予罚款、停产或处罚。

组织管理监督网络：在市政府的统一领导下，由环保、城建、司法、交通、水利、农业等部门组成协作管理网络，结合各自职责，对饮用水源污染防治实施监督管理。



# “南水北调”(中线方案)对汉江中、下游(鄂境) 环境生态影响及其对策研究

黄和鑫 高水生 施孜麟 贺杰

(湖北农业测试中心, 武昌 430064)

我们承担了湖北省人民政府鄂政办[1988]24号文下达的“南水北调(中线)”对鄂境环境生态, 工农业生产, 生活用水, 航运等影响及其对策的研究, 该研究摘要收入湖北省环保局鄂环[1988]第25号文, 调水后对鄂境的汉江流域的中、下游地区的环境生态造成巨大的影响, 甚至起破坏作用, 在目前条件下, 难于补偿。

汉江水量不大而且年分布不均, 设计的依据多年入库水量年平均为380亿方, 据对57年的水文记载统计, 达到该值仅28年, 其保证率49%, 小于300亿方的18年占总统计年份的31.56%; 年均入库水量300亿方以上年份为35年, 占统计总数的61.4%; 大于250亿方的年份为44年, 占总统计数的77.19%。设计方案的调水依据应为250亿方而非380亿方。至2000年调水100亿方, 2020年调水230亿方, 分别占多年入库的年平均水量的40%和92%, 当陶岔闸引水1200立方/秒, 丹江水库下泄量为200~250立方/秒, 汉江流量为120立方/秒, 汉江无水可调。从丹江引水至北京玉渊潭, 全长1236KM, 计划总投资95.4亿元, 引水后造成汉江沿岸经济损失约为64.85亿元。

汉江中、下游的武汉、襄樊、老河口等17个市、县及五三、沙洋农场等是我省的重要工农业基地, 总产值约占全省的1/3。1995年预计达237亿元, 2000年预计318亿元。

汉江中下游总面积4万多KM<sup>2</sup>, 耕地17000万亩, 人口1398万人, 年用水量约76.10亿方, 其中农业为63.4亿方, 工业为8.2亿方, 生活用水约4.5亿方, 1995年预计耗水108.7亿吨(其中农业75亿T), 2000年约为126.2亿T, 其中农业用水约为84亿T, 工业用水约34亿T, 生活用水约8.2亿T, 中下游城乡排入汉江的污水量预计: 1995年为13亿T。其中工业污水占65.4%, 2000年为16亿T, 工业污水占68.75%, 据推算一吨污水需14~15T清水稀释, 汉江污水总流量为51.6方/秒, 汉江稀释水量需800方/秒, 丹江口水库下泄水量最低应保持1000方/秒以上, 汉江水质将超过地面水三级标准, 污染带将长达7000~12,000米, 汉江沿岸城镇将无法以汉江为饮用水源。为了满足工农业生产及居民的生活等所需, 需重组丹江水库的水源, 唯一办法是引三峡大坝之水, 以补所需。所需费用将是巨大, 该方案中无此计划, 就是原计划中的引葛洲坝之水以补充汉江下游的建立二沙运河, 及建补偿电站等所需费用均不属调水工程费用之列。湖北汉江中下游地区属于调水受损区域, 湖北省也无力支付这笔巨大费用, 调水的补偿是国际上常用的, 1972年建立的“国际应用系统分析研究中心(IIASA),”10月召开国际调水会议, 讨论了跨流域调水现状与问题; 1986年6月又在北京召开了“国际跨流域调水会议”, 会议纪要认为: 跨流域调水工程的环境生态影响复察, 费用难以估价, 应采取措施将其影响减低至最小限度。如

加拿大魁北克的詹姆斯海湾的调水工程投资 152 亿美元，工程中也安排了对生态环境补偿的环保措施，每年费用 132.5 亿美元，20 年补偿期等计划 2650 亿美元。调水需加高丹库大坝至 175M，就增库区移民 50 万人，诱发性地震将增加，库区的疟疾等流行疾病将增加，下泄水量减少，影响汉江水质，排污自净能力下降，航运力下降，农业用水不足，农田水利设施需重建，由自流变为提溉。调走的水应按资源进行核算，国家提供补偿经费。跨流域调水是一个有争议的问题，用调水解决缺水是治标之法，治本应发展涵养水源林，保持完整的水分循环。

北京缺水的解决办法，建议迁出耗水大户的工业如钢铁、石化等重工业，上游绿化、节约用水或者用迁都带动区域的开发，这些在国际上均有先例，如澳大利亚的原首都悉尼迁到堪培拉，巴西的迁都均属于此。调水应该进行深入全面的影响评价后，再作决定，应该尊重科学，实践是检验真理的唯一标准，不唯上，不唯书，要唯实。

## 浅议城市专用绿地建设问题

弓弦正

(乌鲁木齐市环保局，乌鲁木齐 830000)

由于现代化建设的不断发展，城市化速度也在空前的加快，据报道至 94 年底，我国已设城市 617 个，城市面积达 104 万平方公里，人口超过 3.4 亿。虽然城市公共基础设施有了加强，城市园林绿化水平有了提高，城市环境有所改善，但是从生态观点看城市环境质量一般不能尽如人意。因为人口密集，交通紧张，市场繁杂，许多城市的大气污染，噪声轰鸣等环境问题很难适应人们进一步要求优美，安静，舒适的生活需要。特别是今年五月开始的每周五日工作制的实施，人们休闲的时间更多了，所以工作居住的环境状况完全应该有一个大的改善。

据调查，乌鲁木齐近 600 家工业企业占地 8912 公顷，绿地覆盖率只有 5%，最高 12.79%，最低 2.49%，近年来房产开发业如雨后春笋，遍地开花，栋栋高楼拔地而起，但许多是见缝插针，完全没有绿化条件，有些虽然按规划建设，留有绿地，但又见缝插针，盖了车库、商店。虽然在售房时，宣布环境优美，但自己并未造景；还有一些院落造就了诸如假山、花墙，铺装地坪等非生物工程，费用不少，效益不高，且粗制滥造，极不雅观。因此，在城市要建立良性完善的生态系统还应该进一步提倡植物造园，多栽树，多种草，甚至还可以搞庭院经济，广种花卉、蔬菜和果木，不但经济实惠还能净化空气、调和气温、增加湿度、防尘遮荫、美化生活，改善环境，使城市有限的空间完全绿化起来。虽然庭院都是小块分割，但却能和户外和街道和公共绿地相连接，构成完整的园林系统，发挥重大的生态效益。

城市专用绿地的发展因为具有 (1) 分布范围广，(2) 拥有数量多，(3) 比较接近群众，(4) 形式又能多样，所以最能被城市群众接受，并有很大潜力，大有可为。发展城市专用



绿地关键是个“绿”字。就是要在花草树木上下功夫，走以植物造园的道路。因为：

(1) 庞大的植物是自然生态系统的重要因素，园林植物的环境效益在城市尤其突出显著，是其它任何人工建筑——即使古典园林名胜中的廊亭榭轩、花墙假山也不能替代的。

(2) 我们国家地大物博，园林植物也种类繁多，有丰富多样的自然资源，即有高大的乔木，也有蔓长的藤本；即有开花的灌木，又有碧绿的青草；即有可供观赏的色彩，又有可供实用的果实；而这些植物有的喜光，有的耐荫，有的抗旱，有的喜湿等等，都为植物造景提供了极大的选择条件。

(3) 我们国家素称“园林之母”，在园林植物引种驯化繁殖方面积累了宝贵的经验，创造了优秀的成果，为专用绿地建设提供了丰富的技术条件。

发展城市专用绿地要有大的发展，首先要从提高认识入手，特别是各级领导，必须从思想上十分重视，把专用绿地建设当成为人民办实事的行动。

其次要从实际出发，能种树的地方种树，能种草的地方种草，可养花的地方养花，实行乔、灌、花、草结合。

再次要充分利用一切空间，尽力增加绿量。即使院落太小，也可以搞屋顶花园、垂直绿化的阳台养花，千方百计把有生命的绿色撒满城市每个角落。

## 石墨矿土地生态恢复工程研究

舒俭民 刘连贵 张岱松\* 张维喜\* 李广和\*

(中国环境科学研究院，北京 100012)

本研究通过现场试验和小区工程措施，研究了石墨矿废弃地的生态复垦问题并建立了复垦标范田。

根据不同的废弃地类型采用了不同的生态恢复工程措施，对于开采后的废弃矿坑，先将矿坑中风化土搬出，再把矿中的岩石与松散土分离，按上轻下重的顺序，分层将岩石块、尾渣、风化土和熟土的混合物回填到矿坑中。将尾渣与熟土以 1:2 的比例混合填到最上层，形成 50cm 厚的耕作表土层。尾渣堆的生态恢复方法分三步进行。(1) 场地平整，将尾渣堆按预定的设计要求推平、压实、护坡。在坡度较大的地方设计成梯田状。(2) 将尾渣和熟土以 1:1 的比例混合覆盖形成厚 30~50cm 的耕作层。矿坑和尾渣堆复垦土地经浇水、施有机肥后进行作物种植。二年后进行土壤理化性质分析和作物产量调查。

土壤理化性质分析结果表明，与当地农田比较，废矿坑复垦土壤和尾渣堆复垦土壤的有机质、全氮和全磷的含量差别甚微。其它各项理化指标亦相当接近。说明复垦土壤在施加了一定的有机肥和经过二年的裁培养育，土壤理化性质得到改善，达到了当地农用地水平。

\* 山东省莱西市环保局，青岛 266600

通过在上述二种复种土地上种植农作物和药用植物的试验结果与当地农田同种作物产量比较,发现复垦土地上的药用植物和农作物产量甚至高于当地农田的产量。以丹麦、菊花、花生和玉米为例,四种植物分别种植 0.37、0.17、0.53 和 1.27 公顷,分别平均获得 1858kg/ha、2970kg/ha、3612kg/ha 和 5939kg/ha 的好收成。

上述结果表明,通过生态工程措施,可以恢复石墨矿废弃矿地的土地利用价值。尾渣与熟土按 1:2 配比混合形成的耕作层的肥力和保水功能好于 1:1 配比混合形成的耕作层。恢复后的土壤适宜种植药用植物和农作物且效果良好。

## 城市植物学的研究与发展

欧晓昆

(云南大学生态学与地植物学研究所,昆明 650091)

城市的形成和发展使生态环境发生了较大的变化,首先表现在绿色植物的数量和面积的大量减少,进而在一些地区完全消失。因而使人们最初对于城市植物这一名称本身就产生了怀疑。城市植物学最初仅仅是植物学研究的一个小分支,在 70 年代中期得到了迅速发展而逐步形成一门新兴的学科。这与城市生态学的产生和发展是紧密联系的。

首先是由于人们对环境的要求普遍增高。除了城市的人工建筑以外,对大自然和美好环境的向往,人们希望城市有更多的绿色植物和自然生境,这样就需要研究城市环境的特点,它对植物的影响和作用,植物对城市环境的改善和美化作用,以及适合城市环境并能达到环境美化效果植物的选择。这些研究及其实施主要由一些城市园林和环境保护部门与植物学家共同进行,所取得的结果是城市的合理规划和城市绿化、美化活动的开展,并在世界上出现了如华沙、平壤等一批绿色城市。

进而人们逐步认识到有许多种植物,特别一些我们所认识的杂草植物是不能被通过人为方式简单消灭,它们在一些城市中大量分布,相傍人而生存,具有区域性甚至世界性,具有许多适应手段和特征。这些植物在城市中自然生长和繁殖,并逐渐具有自己的区系和群落特征,比如我们所熟悉的早熟禾、大车前、加拿大蓬、扇蓐、土葵、龙葵等数十种植物。而它们的存在及其对城市各种人工不良环境的耐性为植物逆境生物学和生态学的研究,以及植物的适应和进化研究提供了很好的素材。这部分的研究毫无疑问是与植物生态学的目的和任务紧密联系,并完全由植物生态学家来进行的。

在这些要求和对城市环境的深入认识基础上,城市植物学逐步产生。城市植物学主要研究城市这一人为特殊生境条件下植物的生物生态学特征。城市的植被和植物区系,城市植物对环境的反映及作用,城市的绿化和美化等。城市植物学的发展与现代的城市规划相结合,产生了极具特点的城市生态规划学。城市植物学的兴起和发展主要在欧洲各国,特别是中欧一些发达国家对城市植物的研究较为深入和广泛。我国从 50 年代开始就进行有关城市植物学的研究,但研究的区域并不仅仅限于城市的地理景观区域,而是包括了城市的



整个行政区域,以植物区系为主要研究对象。至70年代开始的一些研究更注重的是城市的绿化和美化以及植物对环境污染的反应和作用,近年对城市自然植物及植物群落的研究开始有报道,并且在一些城市的规划中城市植物学开始发挥作用。在我国城市化正在加速的情况下,作为植物生态学的一个发展方向,城市植物学必将发挥其应有的理论和实际指导作用。

## 安太堡露天煤矿废弃地复垦中草灌乔配置初探

卢崇恩 马志本 王文英 佟则昂\* 吴增禄\* 陈建军\*

(山西省生物研究所,太原 030006)

安太堡露天煤矿位于黄土高原上,这里生态环境脆弱,水土流失严重,煤炭的开发破坏了原来的地形、植被和自然景观,更加重了水土流失和环境恶化。而煤炭能源的开发是国民经济发展的物质基础,又务必开采,在两者必须同时兼顾的情况下,重要的是采取什么措施使被破坏的生态环境快速恢复起来。尽管最好的生态系统自动调节功能是在自然界发展过程中形成的,但如果不用土地复垦措施予以帮助,自然界就不能以很快的速度来恢复由于开矿引起的各种破坏,尤其在黄土高原生态环境脆弱区,就更难达到恢复原貌的目的。复垦是人为的调节因素,它能加速建立稳定的生态系统,以利于自然界和人类。

黄土高原的土地复垦最大的限制因素是水。原埋藏在煤层上面深层土壤的含水量,红黄土平均为12.71%,当它们被剥离运送到排土场种植植物2—3年后,冬春季各层次土壤含水量大多降至7%以下,即在萎蔫系数5—6%左右波动,对一些生长较快或种植较密的植物,即使到雨季土壤各层次的水分仍得不到充分补给,由此得到启示:黄土高原的土地复垦需选用较耐旱的中等生长速度的植物,进行较稀的栽植,以扩大每株植物的用水量,还应选择一些葡萄状生长的植物,如鹰嘴紫云英,它的枝叶贴地面生长,减少土壤水分蒸发,防止径流效果也好。

环境影响着植物的景观配置,废弃地高低相差150余米,各层次水分、气温、风向都不一样,一般情况下,阔叶类如杨树与刺槐栽植在底部,刺槐本身有刺,还起着绿色围栏的作用。针叶类如油松和云杉栽植在中部,灌木类如柠条种植在顶部。废弃地的平盘进行网格化整治后种植能固氮的豆科植物,待土壤有机质提高后,栽植各类果树与药用植物。斜坡以灌木和牧草按等高线间隔种植,这样防止水土流失效果好。道路两边栽植杨柳或国槐,其间种植耐旱的花卉如蜀葵、石竹或波斯菊。

自1990年以来,安太堡矿共复垦废弃地4900余亩,其种植方向经历了三个阶段:第一大量种草阶段,种草是发展畜牧业、改良土壤增加肥源、恢复植被防止水土流失的有效措施,草种以能固氮的豆科物为先锋,间种或套种须根系的禾本科植物,这样既能固氮又

\* 安太堡露天煤矿工程部,朔州 038600

能固土·生长的混合牧草饲喂牛羊也不致出现胀肚死亡现象,但多数豆科牧草种植3—5年后就退化,且地上部冬季年年死亡,不能形成立体结构。第二草灌乔结合阶段,灌木和乔木对化学毒物的耐受力比草本植物大,所需营养物质又比草本植物少,抗污染能力也比草本植物大,且能形成立体结构,增加自然景观。一般选用当地适生乡土树种,耐盐碱耐瘠薄树种,如柠条、紫穗槐、沙棘、小黑杨、刺槐、臭椿、油松、云杉等。第三用有经济效益的草灌乔代替普通草灌乔阶段,如用药用植物板兰根、黄芪、甘草、草红花来代替普通的牧草,用山杏、山楂、枸杞来代替普通的乔木。这些经济植物有的已取得一定的经济效益,如板兰根亩产草药根80kg,种子30kg,山楂已有结果植株,山杏已有开花植株,1000余亩的沙棘即将挂果,各类动物也随之而来。一个新的城镇工矿企业生态系统即将形成,有待生态学工作者进一步去完善。

## 抚顺市环城林带生态效益研究

谢 维      杜 华      王振新    李承海

(抚顺市环保监测站, 抚顺 113000)

抚顺市环城林带建设工程实施已近10年,环城林体系基本形成,本研究对环城林带吸收有害气体、杀菌、减噪、滞尘的环境效益进行了监测研究,旨在对环城林整体效益进行科学的、定性的、定量的综合评价,为城市林业布局及生态建设提供必要的科学决策。

### 1. 环城林带对有害气体的吸收净化效应

在特定区域一定条件下,环城林带吸收净化有害气体效果明显,林带内比林外空旷地空气中 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、HF、TSP均低。其中污染区 $\text{SO}_2$ 五日平均值林带外为 $0.0153\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,林带内为 $0.0130\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,林带内比林带外浓度低 $0.0023\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,降低了15.03%。 $\text{NO}_x$ 林带内比林带外低 $0.003\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,降低了3.95%,氟化物含量林带内外都很低,五日平均浓度基本相同。

2. 环城林带的滞尘效应。以五日区域平均值进行比较,林带内比林带外TSP含量明显偏低。其中污染区林带内比林带外含量低 $0.237\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,降低了42.7%。无污染区林带内比林带外含量低 $0.004\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,降低了5.19%,可见空气中TSP含量通过环城林带时被阻挡,吸滞而降低在污染区尤其显著。

### 3. 林带树木对有害气体的生物净化效应

环城林带以其树木的群体作用吸收一定浓度有害气体,使空气得到净化,测试植物为刺槐、油松、落叶松,分析项目有植物叶片全硫量,植物氟含量。调查、分析时间:94年7月、9月。硫监测结果表明:(1)清洁区植物叶片硫含量最低,与大气监测结果相一致,三种植物硫含量均在背景值范围之内,其中林内叶片硫含量均低于林外。林内树种依次为:刺槐 $2.525 >$ 落叶松 $1.987 >$ 油松 $1.613 (\text{mg} \cdot \text{kg}^{-3})$ (2)污染区林内外植物叶片含硫量均高于清洁区,其平均含量为林内刺槐 $3.927 >$ 落叶松 $3.01 >$ 油松 $2.46$ ;林外刺槐 $5.49 >$ 油



松 2.92。(3) 污染区林带内外的差异大于清洁区。植物叶片氟含量分析结果表明:(1) 林带吸收、净化氟化氢气体效果明显;(2) 大气中 HF 浓度低、叶片含氟量也低,随大气浓度变化而变化;(3) 在一定条件下,污染越重,叶征积累量越高,林内、外差别也越大。

#### 4. 环城林带对菌类杀灭作用的研究

研究结果:(1) 环城林带树木对菌类有明显的杀灭作用,污染区林内外差异明显高于清洁区。其中市区总菌类浓度为  $23013\text{CFV}/\text{m}^3$ ,林带外为  $7521\text{CFV}/\text{m}^3$ ,林带内为  $1345\text{CFV}/\text{m}^3$ ;(2) 大气中存在的各类微生物中主要的污染菌是细菌,占总菌量的 88.5%;其次是真菌,占 10.8%;放线菌最小为 0.7%。(3) 环城林带对细菌的杀灭作用较明显,林带外细菌所占的比例为 83.1%,而林带内细菌所占比例为 45.02%。(4) 芽孢杆菌属和双球菌属细菌是林带内外的主要细菌,棒杆菌属、产碱杆菌属和动胶菌属在林带内外分布较少。真菌当中,曲霉属、根霉属、青霉属数量多,分布较广;交链孢霉属和白僵菌属分布较少。放线菌中只有链霉菌属分布较广。

#### 5. 环城林带减噪作用研究

(1) 在 25m、50m、75m 距离范围内,林带噪声分别降低了 12dB(A)、14.8dB(A)、18.1dB(A)。

(2) 不同树种衰减噪声能力不同,其中油松 (15.8) > 落叶松 (12.6) > 刺槐 (10.5) (dBA)。

(3) 林带对不同频率的噪声衰减作用不一样,就总体而言,环城林带对高频噪声衰减作用比较明显,就不同树种而言,油松林带在高频、中频段比落叶松、刺槐林带降噪效果好。

## 苏锡常地区城乡生态互补建设研究

刘晓磊 胡 锋

(南京农业大学资源与环境科学系,南京 210014)

改革开放以来,伴随着农村工业化的迅速发展,苏锡常地区走出了一条非传统式的城市化道路,即工业发展逐步城市向乡村扩展,这种城市化过程促进了大量农业剩余劳动力的非农业化转移,加速了三市的经济发展。但是,该区经济发展存在着明显的趋同现象,技术经济潜力和地区优势未能得到充分的发挥和产生应有的互补效益,而且经济发展以浪费资源、破坏生态环境为代价,违背了持续发展的原则,因此,迫切寻找一种可推进区域经济、城乡生态一体化的道路,充分发挥这一区域的整体优势和综合效益。

#### 1. 基本理论

城市生态系统、乡村生态系统是社会—自然—经济复合生态系统中多维生态位的重叠,它们各自的位置的功能以及它们的相互关系决定于多维生态位的每一分量的取向。具体是指代表自然系统的诸如水的流动性、气的畅通性、土壤的活性、植被的覆盖率及生物的多

样性等；代表经济系统的包括可再生资源的利用率、市场竞争力、资金周转率、技术进步的贡献率、生产工艺的可塑性和产品功能的多样性及适应市场变化的可替代性等；代表社会决策和社会福利的决策者的生态成熟度，群众的生态意识，信息反馈的灵敏度和体的灵活性，住房和医疗的方便度等，所有这些分量在城市或乡村生态系统上的每一种叠加方式，综合取向都决定了一种类型的区域或城乡关系。如果用  $Evc$  表示城市或乡村生态系统， $X_i$  ( $i=1, 2, 3\cdots, n$ ) 表示上述每一个分量； $a_i, b_i$  分别表示某个分量的上、下阈值， $F_i(X_1, X_2, \cdots, X_n)$  为各分量对城乡生态系统的作用强度，那么城乡生态系统的生态位是：

$$Evc = (a_1 \leq x_1 \leq b_1, F_1(x_1, \cdots, X_n); \cdots; a_n \leq x_n \leq b_n, F_n(x_1, \cdots, x_n))$$

### 2. 生态互补性城乡关系的指标

考虑城乡建设的可操作性，区域发展的持续性我们确定到 2020 年苏锡常地区要达到国民生产总值 13510 亿元（90 年当年价，下同），人均国民生产总值 90670 元，国民生产总值结构 5：40：55，万元产值利税 2800 元流动资金周转期 45 天，万元产值综合能耗（标准煤）0.050 吨，土地产出率 3500 元/亩，农副产品加工率 70%，教育经费占财政支出 10%，万人拥有各类专业人员 250 人，人均居住面积 15 平米，道路网密度不小于 4KM/KM<sup>2</sup>，生活用水量 350 升/人·日，自来水普及率 100%，林木覆盖率 30%，城镇人均绿地 7 平米，工业废渣综合利用率 70%，人口自然增长率千分之一，人均寿命 80 岁，电话普及率达 85%，水质达国家二级标准，废气净化处理率 80%，万人拥有医生数 100 人，科技进步贡献率 50%，九年制义务教育普及率 100%，恩格尔系数 <20% 等共二十六项指标。

### 3. 生态规划

将上述指标作为限制条件，对苏锡常地区的土地，水，电等资源进行优化配置，目标函数为： $\{g_1=g_1(x_1, x_2, \cdots, x_n); \cdots g_n=(z_1, z_2, \cdots, z_n)\}$ ， $x_i, \cdots, z_i$  为某种资源的配置， $x_i, z_i$  大于零。将人力，财力，时间和生态，经济，社会，技术以及土地现状，潜力，需求等的限制描述为：

$$\begin{aligned} f_1(x_1, x_2, \cdots, x_n) &\leq (=, \geq) b_1 \\ &\cdots \cdots \\ f_m(x_1, x_2, \cdots, x_n) &\leq (=, \geq) b_m \\ h_1(z_1, z_2, \cdots, z_n) &\leq (=, \geq) c_1 \\ &\cdots \cdots \\ h_m(z_1, z_2, \cdots, z_n) &\leq (=, \geq) c_m \end{aligned}$$

因为约束值会随时间变动，而且对目标函数的要求不一定是数学上的极值，规划模型的系数是灰的，即有可能是区间数，所以所用的生态规划模型是灰色线性规划。对得出的配置方案可采用等效益法，等成本法，效益成本比法或采用现值的效益成本比法进行选优。



# 广州市白云山风景区生态环境治理与发展规划研究

张社尧

(广东省生态学会, 广州 510036)

根据 1994 年 1 月 26 日广州市市长办公会议提出“整治白云山”的任务。1994 年 2 月 4 日, 广州地区绿委办和广州市园林局、白云山管理处为此召开了专门会议, 写出了“会议纪要”。2 月 17 日, 广州市副市长陈开枝批示: “同意会议设想, 请抓紧推进。”

接着, 广东省生态学会受广州地区绿委办的委托, 于 1994 年 4 月中旬立项。经过对白云山风景区的生态环境进行为期 8 个月的考察、采样、分析、绘图、研讨, 终于在 1994 年 11 月中旬提交了治理和规划的研究报告。

研究报告指出, 白云山风景区的现状与广州市建设国际大都市的要求已不相协调。风景区原有 28 平方公里, 但因种种原因的蚕食, 现已不到 20 平方公里了, 故整治白云山的生态环境刻不容缓。白云山的发展规划应做到: 发展旅游业必须要与保护生态环境同时并举, 经济建设必须与生态建设同步进行, 风景区的现代化必须要与风景区的生态化协调发展, 以实现经济效益、社会效益和生态效益的综合提高。

因此, 我们在《白云山风景区土壤及其质量评价研究》、《白云山风景区植被和主要植物群落类型》、《白云山风景区马尾松林林分改造及其树种配置》和《保存生态、融贯古今、绿中求乐、实实创新》等专题研究的基础上, 提出了《建设迈向 21 世纪持续发展的白云山》的总体发展规划战略。按照这个战略要求, 白云山的建设, 应成为山地森林风光为主要特色的, 融森林游憩、园林游览和科普教育于一体的森林公园型风景区。其总体特色可概括为: 自然优美的森林景观、古老深厚的历史文化、健康良好的生态环境、风格独具的岭南园林、多姿多彩的游览内容、富有特色的科学和艺术价值。

## 石油型污染及其对生态系统的影响

向可宗

(广州热带海洋气象研究所, 广州 510080)

茂名是广东省著名的石油工业基地, 茂名炼油厂年炼油能力达数百万吨, 且还在不断扩建, 是该市主要工业污染源, 也是有代表性的石油工业污染源。1987~1989 年, 我们承担了茂名石油工业公司大气环境影响评价与规划工作, 通过调查了解与监测积累了大量的

环境与生态资料，大大有助于石油型污染及其对生态系统尤其是植物生态的影响研究。本文以茂名炼油厂为代表探讨了石油型污染的特征及其对环境与生态的影响。并以梅县电厂为煤烟型污染的代表进行了对比分析。

分析表明：石油型污染与煤烟型污染二者除了主要污染物及排放系数等有明显差异外，在污染浓度随下风距离的变化上也有一定的区别，这主要由于石油型污染常伴随如光化学反应等特殊反应机制，所生成臭氧等二次污染物往往呈双峰型分布，而有别于煤烟型污染的单峰型分布。

石油型污染之主要污染因子是非甲烷烃，酚，有机悬浮微粒和重金属微粒以及某些二次污染物；二氧化硫虽也有一定程度的污染，但相对较轻些；煤烟型污染则以烟尘及二氧化硫污染为主。以茂名炼油厂为例，其非甲烷烃浓度均值达  $1.30\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，一次最大浓度局部地区大于  $5.0\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，对环境的影响是很明显的；总悬浮微粒浓度均值为  $0.16\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，由于酚的环境标准仅  $0.02\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，其污染浓度之数值虽不算大，但超标率却达 30% 左右，对人群及生态有一定影响，是不可忽视的。文中还介绍了茂名炼油厂近几年实测污染浓度演变情况，不同类型污染对比直方图以及排放系数对比曲线。

调查研究表明石油型污染对植物生态的影响是明显的。茂名有 2944 公顷绿地，还有大量农田，主要作物有稻、麦、田薯、花生等；对植物有害的污染物主要是酚、 $\text{SO}_2$ 、烯烃及重金属微粒；由于上述污染的影响，植物叶片普遍受害，例如很多花生叶片呈现黄褐色伤斑，某些叶片甚至干枯；椰子和菠萝也有类似情况，一般来说离厂区愈远受害愈轻。据调研分析结果，石油型污染不仅影响植物外部形态，而且使植物体内污染物含量增加，例如近源区植物体内硫含量已达  $2\text{g}/\text{kg}$ 。本文还给出了不同测点植物体内镍含量分布图，从中可发现炼油厂附近植物体内镍含量远大于正常值；离炼油厂愈远植物体内镍含量愈小，到约 15 公里远的露天矿，植物体内镍含量已近正常值。

通过不同平均污染浓度区植物生长指数对比分析发现：1. 污染浓度愈大植物生长指数愈小；2. 非甲烷烃污染愈重植物结果情况愈差。本文还进行了污染浓度与植株密度对比分析，发现随着污染的加剧植株密度也明显减小，例如近炼油厂测区浓度最大，植株密度仅 100 株/平方米，朱萼寨浓度最小，其植株密度仍有 253 株/平方米。

根据炼油厂的发展，还进行了环境影响预测。并提出了有关治理对策的建议，以尽量减轻污染对环境与生态的影响。

## 华南地区县级生态环境区划方法及其指标

李 贞

(中山大学城市与资源规划系，广州 510275)

华南地区经济的持续发展和起飞有赖于生态环境的保护和规划，尤其是对森林、水源、农田、城市大气环境的保护行动已刻不容缓。为此，针对华南地区的丘陵地貌、湿热多雨



的气候、生物的多样性、沿海城市人口集中等区域特征，提出生态环境区划方法及其指标体系。

### 1. 概念

生态环境区就是在一定的地域内各个生态环境要素之间的相互联系、相互作用及其与人类活动相互作用下形成的具有一定结构和功能的环境地域单元。生态环境区划就是根据这种客观存在的环境区单元的区内相似性与区间相异性，按照一定的原则和方法，在时间和空间结合范围内进行划分、归类、评价与规划。

### 2. 区划原则和方法

县级生态环境区划是最基本等级的环境规划。我们提出三条区划原则：①地域生态一致性原则，这是以生态环境结构、资源分布和人类生产活动对环境影响作用的相似性区分地域差异。②环境与经济持续发展原则，这是强调环境区内与区间的生态功能关系及其生态地位，通过环境承载力和经济生态效益影响分析区划地域。③与行政界线一致原则，这是利于区划操作和应用。县域生态环境区命名方式：地名+类型名+生态功能。

区划方法是运用定性与定量相结合，即采用航片判读或地理方法分别对生态环境要素进行部门区划，然后作地理叠合分析取得区划的总体概念，再利用区划指标进行聚类分析，系统分析等定量分析结果，确定分区界线，最后进行分区评价和规划。

### 3. 指标体系

指标体系是选择对热带、亚热带地区自然—经济—社会复合生态系统的结构、物质、功能特点及其运动规律上具有表征意义、分异性强和易操作的因子作区划指标。形成以下主要指标体系。

### 4. 应用实例

根据以上区划原则、方法、指标体系，我们对广东从化县，广宁县，广州地区，鉴江流域六县市进行了生态环境区划，都能切合实际地，有效地为研究地区摸清生态环境特点，分析评价现状和提出管理目标及对策。通过实践得出华南地区县域内的生态环境结构和功能大致分为三大类：①山地、丘陵上游水源林、（暖性）林果区；②低丘、平原下游粮食、经济作物区；③城郊型（旅游区、菜篮子）生态区。

	部 门	指 标	计 算 式	增 代 指 标
自然生态系	地貌	山地面积率	海拔≥200M 面积/土地总面积%	耕地面积率 %
	气候	水热指数	$\text{降雨量 mm} / (0.18 \sum_{i=1}^n \geq 10^{\circ}\text{C})$	水稻光利用率
	水文	水域面积率	水域面积/土地总面积 %	径流系数
	土壤	自然土有机质密度	表土有机质总量/自然土总面积 t/ha	土壤侵蚀模数 t/km <sup>2</sup>
	生物	森林覆盖率	有林地面积/土地总面积 %	物种多样性指数
社会经济系	土地利用	耕地递减率	近5年年平均耕地递减率 %	公路密度 km/km <sup>2</sup>
	水资源	人均拥水量	年平均径流量/总人口 M <sup>3</sup> /人	旱涝保收耕地 %
	森林开发	森林消长率	林木总消耗量/林木总生长量	自然保护区面积率 %
	社会发展	城镇化水平	非农业人口/总人口 %	人口密度 人/km <sup>2</sup>
	生活水平	人收递增率	近5年平均人收递增率 %	人均收入 千元/人

# 谈谈社区与生态

桑润生

(上海农学院, 上海市 200940)

最早提出社区这一名词的是德国社会学家滕尼斯, 他在 1887 年出过一本叫《社区与社会》, 在本世纪 30 年代, 中国社会学家吴文藻先生, 最先提出“社区”这个概念, 并极力倡导中国本土的社区研究工作。从此, 社区研究在中国也发展起来了。

由于认识上的差别, 人们对社区的概念下过许多不同的定义。据美籍华裔社会学家杨庆堃教授于 1981 年统计, 对社区一词共有过 140 多种不同的定义。在这么多的定义中, 有相当一部份都涉及到三个因素: 即地域、共同联系和社会互动关系。因此, 参照西方社会学家对社会所下的种种定义, 人们给确定一个非常广泛的定义: 社区就是区域性的社会, 即是人们凭感官能感觉到的具体化了的社会。构成社区的有地域、人口、区位、结构和社会心理五个基本要素。因此, 研究社区经济和社区管理问题, 则研究这五大基本要素是不可缺少的重要内容。而特别要强调的是地域因素。这是因为, 我们进行社会学研究的目的, 从根本上讲, 是为了认识和改造社会, 但是, 在社会学理论中, 社会是一个高度抽象的概念, 它是对人类社会各种关系高度抽象的结果。在现实生活中, 人们所碰到的各种社会现象总是发生在一定的时间和空间之中的, 从一定的时间过程去研究社会现象, 这主要是历史学的任务, 而从一定的空间角度去研究社会现象, 这就是社区研究的任务。(当然, 社区研究也要考虑到社会现象时间方面的因素)。我国著名社会学家、中国社区研究创始人之一费孝通曾有过精辟的论述: 社区学研究可以分为两个部分, 一是从高度抽象的角度去研究各种社会制度之间的相互关系, 这就是“纯粹社会学”理论, 二是把这种关系放到一定的时空中去探讨, 这就是“社区”研究。可见从社会、生态学的角度来看, 要研究社会问题, 进行社区研究, 即从微观念进入宏观, 占有重要的地位。

从地理上看, 社会都是一个个特定的地域聚落, 是人类在与环境的相互作用中形成的人文地理系统。因此, 生态环境是影响社区存在与发展的最基本因素。

社区的环境包括地理条件和资源条件两个方面: 地理条件是指社区的地理位置、地貌、水文、气候、动植物等; 资源条件包括人类用以作为生产资料的储量分布和价值, 如土地、水及矿产等。这是决定社区的地位和发展前途。又如不同的地理位置, 其气候条件就有很大的不同, 决定了不同的社区生态环境。

资源与社区, 包括自然资源和人文资源两部分, 前者如土地、水、动植物及矿产等; 后者如资金、文物、园林、古迹等。因此, 富足的资源是产生社区的重要因素。

社区的生态平衡指的是在社区较小的范围内, 社区成员如何合理地布局产业、合理地开发资源、保护环境, 从而达到社区生态系统的良性循环。根据芝加哥学派代表人物帕克



(R. E. Park 1864~1944) 在其《人文区位学》中指出, 人类社区与动植物集聚区不同, 人通过各种技术装备积极地作用于自然, 在这种过程中形成了一套扎根于习惯和传统的制度结构; 而动植物直接依赖于环境, 它们的活动源于本能, 没有一定的制度结构对此进行调节和约束。但是, 人类社区同样需要遵循生态平衡的规律, 只有这样, 才能保持社区自身的统一和整合。在他看来, 人口对资源的压力、战争、饥饿等灾难性的变迁时在打破社区的平衡, 给社区带来灾难性的影响。他明确指出, 人文区位学旨在研究 1. 维持一度达到生态平衡和社会平衡的过程; 2. 当上述两种平衡被打破时, 从一种相对稳定的秩序过渡到另一种相对稳定的秩序的过程。他提出了竞争、优势、演替、共存、侵入隔离等概念来分析社区。尽管这种分析具有达尔文主义进化论的色彩, 但对我们分析社区的生态体系仍有借鉴作用。

社区与周围环境的生态关系中物质与能量的交换过程是一个动态的过程, 遵循新陈代谢、物质循环、能量守恒和转化等自然规律。社区生产和生活中排放出的废气、废水、废渣、滥垦滥采, 都会使物质与能量的交换受阻或向反向, 不利于人类生存的方向演化, 使社区系统内部关系失调, 导致生态系统的调节能力下降乃至崩溃。污染、土地沙化、碱化、水土流失、动植物退化、生命和经济损失等等都是这种灾变的结果。

保护生态是全球性的问题, 但重要的是要落实到具体的社区。对一个社区来说, 在进行规划时, 既要考虑到小生态系统 (即社区生态系统) 的影响, 同时又要纳入到社会生态系统进行统筹规划。社区生存与开发不仅受社区规律、经济规律的制约, 也受到生态系统规律的制约, 因此, 在制定社区政策、安排生产布局、生活设施, 都必须把社会效益、经济效益、生态效益三者结合起来。

在我国向现代化发展的过程中, 无论是农村社区还是城市社区, 或是小城镇社区, 或更小一点的分类社区中, 如街道社区、牧区社区、学校社区、工矿社区等。如何进行具有中国特色、符合社会主义初级阶段社会发展的需求的社区发展工作与生态平衡的保护设施, 这是我们每一个社区社会学家和生态学家都应认真考虑的。

上海是一个大城市社区, 它要求在 2010 年与国际大都市接轨, 建成清洁、优美、舒适的生态城市, 这就需要积极展开社区生态研究, 促进社区经济和社会生态管理, 使社区生态方面的工作与经济发展同样起到改革开放的龙头的作用。

## 小城镇生态规划的初步理论和试点研究

周启星

(浙江农业大学, 杭州 310029)

我国小城镇建设历史悠久, 并各具独特的地方风貌与地理格局。随着改革开放的演化和乡镇企业的兴起, 小城镇发展迅速, 并形成了极为特殊的生态系统的雏型, 它既初步具有城市生态系统的一般特点和属性, 而又与农村生态系统结构和功能相近似。小城镇的发

展，不仅可以缓和大中城市的生态恶化，而且对乡村的社会进化和经济发展起重要的催化作用。

然而，我国现有小城镇大多是在没有生态规划的情况下进行发展和建设的，一些有基本建设和发展规划的小城镇又缺乏可以操作的生态规划及其必要的投入，从而导致了小城镇生态破坏的加剧，并由此造成了不同程度的经济损失。为了促使小城镇的持续发展，我们选择了离杭州市 15km 的红山镇作为试点，对小城镇生态建设及其规划的理论和实践进行初步探讨，现将基本要点概述如下。

1. 生态参考标准与指标体系的建立。作为小城镇生态规划的第一步，应以国家的环境法为依据，参照国家环境标准，建立与该小城镇持续发展相适应的生态参考标准与指标体系。其内容包括：物质循环与水平衡指数、能量流动指数、生态敏感区分布与控制面积、生态潜力指数、绿色覆盖率、生物多样性指数和生态经济指数。试点研究表明，红山镇由于工业发展的规模大、速度也快，其绿化建设应按高水平进行布局，这要求全镇的绿色覆盖率的最低水平达到 35%。

2. 资源的最优化配置与合理利用的组织结构：着重考虑土地资源的适用性能、生态承载负荷和各类用地（包括工业、农业、生活、商业和文化教育等用地）在生态学上的最佳合适比例以及最大利用效率与利用潜能。以此作为依据，通过实地调查和类比分析，确定了红山镇工业用地、生活用地和绿化用地的合适规划面积，它们分别依次为 204800、26200—26300 和 23450m<sup>2</sup>。

3. 生态工程与人工美化举措的重要性。它要求红山镇大力发展生态农业，开辟专业化的绿色公园，并建立多种形式和功能的绿色带，使全镇范围内的绿色覆盖率有较大幅度的提高。其中，应用生态因子图、生态现状图和生态趋势图的图重迭技术的研究表明，这一绿色公园以设置在文化宫以东、幼儿园和医院以北地区较为适宜，其规划面积宜在 1 万 m<sup>2</sup> 以上。

4. 中心镇与小区块建设并举的生态功能协调型组合设计。它要求以小城镇的中心街区作为主体“突出”工程，合理配置“边缘”各生活与娱乐小区单元以及工厂厂区，使之在生态学上达到最大程度的和谐性。试点研究表明，把先锋河以北地区作为生活区，先锋河以南地区作为重污染工业区和先锋河南北岸辟为狭长的绿色公园，是红山镇持续发展最为理想的小城镇建设格局。

5. 多目标生态治理与多层次自然保护的必要性。其中，多目标生态治理有两层涵义：1) 通过生态学对策与措施，使不同的生态功能分区达到各自相应的生态标准；2) 通过生态清洁工艺，使不同性质的工厂达到一定的自我清洁水平与生态可操作标准。例如，就水环境的多层次自然保护来说，红山河和先锋河宜作为工业用水水源进行保护，大治河应作为农业用水水源进行保护，而鱼塘和稻田则作为渔业用水水源进行保护。就大气环境的多层次自然保护而论，不仅要最大程度地进行绿化“无伤害”建设，而且要考虑农作物基本上不受大气污染的影响。



# 浅论生态学与预防医学的关系

虞以新

(军事医学科学院微生物流行病学研究所, 北京 100071)

生态学既是研究生命有机体之间以及生命有机体与环境之间相互关系的科学, 自然与以人类群体为对象, 研究其疾病发生和分布规律以及影响健康诸因素, 制定预防对策提高生命质量为目的现代预防医学具有源和流的密切关系。但我国生态学研究着意向预防医学的渗透, 预防医学界对现代生态学容纳均显不够, 而当代医学正从单纯的生物医学模式向“生物—心理—社会”医学模式转变之际, 强化生态意识, 应用现代生态学理论和方法已是现代预防医学发展的必须和重要标志之一。

1. 现代预防医学的发展迫需强化生态意识。在新的医学模式和世界卫生组织提出新的健康观——“健康不仅是虚弱和无病, 而必须是躯体、心理和社会适应均处于良好状态”, 以及 21 世纪人人应享有卫生保健等新的观念赋予现代预防医学更为重要的使命, 首先必须从以往防病的模式向促进人类全面健康的模式转化, 这就迫需强化生态意识, 最优地解决社会和自然关系, 对人类行使“文化调节”功能, 使预防医学的实践更好地关注人与自然界关系转化的远、近结果, 积极防止不利变化并兼顾生命系统和自然界的协调和共同利益以实现促进健康及提高生命质量的目的。

2. 新病出现与旧病复燃的启示迫需加强生态学向预防医学的渗透。人类曾以征服某些传染病而自豪, 以至认为“不要再为诊治传染病操心”, 但近 20 年相继出现的莱姆病(Lyme, 1975)、军团菌病(Legionnaire's, 1978)中毒性休克综合症(1978)、艾滋病(1981), 以及可引起急性呼吸衰竭并死亡的汉特病毒病(Hantavirus, 1993), 甚至人间鼠疫的复燃, 霍乱的流行等, 而且往往是在那些发达国家和地区发生, 这表明人类对生存环境中未知的危害因素及分布规律尚很多未知。现代预防医学要战胜这些挑战, 必须掌握和应用现代生态学的理论和方法继续深入系统地认识包括人、媒介生物、保菌宿主、中间宿主等及包括病原生物在内的生命系统与自然环境诸因素的关系, 作出有效的分析, 而后制定出最优对策。当然也迫需生态学界参予和渗透。

3. 我国疾病谱现况显示加强医学生态学研究的迫切性。传染病和寄生虫病依然严重地威胁着我国人民健康, 虽然病死率明显下降, 但这组疾病每年发病人数仍超过 1000 万。高血压、冠心病、肿瘤、糖尿病等慢性病造成的死亡占我国潜在寿命损失的 63%。我国目前仍有 5.1 亿人生活在缺碘地区, 有 7 万个氟病村尚待改水, 约有 1 亿人口受大骨节病威胁。1989 年以来, 精神疾病已成为我国休学退学疾病的第一位, 再则我国许多大城市和经济发达地区已出现老年型人口结构, 厂矿企业接触有害物作业人口及农药中毒病例也在增加, 及各种原因所致我国人口素质较低, 全国残疾人占总人口的 4.9% 等。我国疾病谱的现状说明我国预防医学界任务的艰巨性和迫待加强我国医学生态学和医学地理研究, 为预防决策提

供坚实理论基础和综合治理的科学依据。

## 中国沿海污染防治之持续发展道路

陈 涛

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

### 1. 污染防治与持续发展密切相关

持续发展概念的出现及其在 20 世纪末的流行是与污染防治密切相关的。工业革命的早期, 经济发展模式是以资本为取向; 工业革命的后期, 人们开始认识到技术的力量, 从而加强技术投入。至 70 年代初, 由于环境公害事件的不断发生而引发了“第一次环境革命”, 进入 80 年代末、90 年代初, 由于全球性环境的恶化和人们对环境质量的要求日益强烈, 因而出现了“第二次环境革命”。1992 年世界环境与发展大会, 制订了实施“清洁工艺生产公约”, 这是国际环境保护 20 年来最积极的成果之一。这也是从工业源上消除污染的根本措施。我国政府 1992 年 10 月提出的环境与发展领域应采取的 10 大对策和措施, 其最终也是为了消除污染, 保护环境, 促进持续发展的目的。

### 2. 中国沿海环境面临的 21 世纪挑战

我国沿海地区是对外开放的重要区域, 其环境状况如何, 直接影响着对外开放的发展。但是我国沿海环境在目前和未来 21 世纪面临着严峻的挑战。①环境污染日趋严重, 这主要是: 1) 城市大气污染仍较严重, 许多沿海城市大气环境质量超过国家二级标准。特别是由于煤烟型污染影响, 酸雨已由西南地区向沿海扩展, 主要分布在烟台、青岛、上海、杭州、舟山、福州、厦门等城市。2) 地表水水质日趋恶化, 地下水也受到严重影响。3) 近海海域污染呈发展趋势, 赤潮成为当前近海海域最突出的环境问题之一。②随着经济发展, 按目前环境投资和技术状况, 我们预测, 至 2010 年, 沿海地区废水、废气的产生量分别是 1990 年的 4.2 倍和 3.6 倍。而对水资源的需求, 据有关专家预测, 2000 年将缺水 150 亿  $\text{m}^3$ , 2010 年达到 400 亿  $\text{m}^3$ , 环境问题更加严峻。

### 3. 沿海污染防治之持续发展途径

#### 3.1 实行生态学的持续发展原则

持续发展的根本目的是调节好生命系统及其支持环境之间的相互关系, 使有限环境在现在和未来都能支持生命系统的良好运行。因此, 持续发展从本质上是生态学的概念。整体性区域分异和循环再生是生态学的基本原则, 同时也是持续发展和污染防治必须遵循的基本原则之一。环境污染是由于人类的经济活动超越了环境的承载能力。因此人类的任何经济活动应把经济、社会、环境作为一个生命系统生存和发展相互依存的对立和统一的整体。沿海地区是一个人口稠密, 水资源、能源紧张、生态环境比较脆弱的地区。在经济发展过程中, 要充分考虑这一地区自然资源长期供给能力和生态环境长期承载力, 社会发展, 污染治理也要充分考虑沿海地区经济支持能力, 使经济、社会、环境协调发展。



### 3.2 坚持资源节约型的持续发展道路

城市中人口、资源、环境的焦点是资源问题。城乡环境污染及其资源耗竭的根源在于低的资源利用率和不合理的资源开发行为。我国沿海地区资源浪费甚为严重。据我们统计,工业万元产值排水量,环渤海地区为166.25吨,东南沿海为265.7吨,分别是发达国家的5.5倍和8.6倍。我国单位GNP耗能量则是发达国家的2—5倍。持续发展的本质,则是运用生态学原理,增强资源再生能力,坚持资源节约型的持续发展道路,一是实行清洁工艺生产,减少污染物排放,二是工业废弃物经过处理,提高资源利用率。

### 3.3 确立持续发展产业结构与工业布局

沿海地区是我国主要钢铁、石油、化工、重型机械、轻纺、建材等工业基地,这些工业耗水、耗能量大,污染也较严重。从持续发展角度要求,沿海地区省会和中心城市,不应再发展耗水、耗能大、污染重的工业,而应大力发展高科技和第三产业。据专家估计,2010年前,沿海地区需增加20—30个火力电厂,华南、华北要修建1000万吨级2个钢铁基地。在工业布局上,这些电厂和钢厂应尽可能安排在滨海地区,并提倡利用海水,减少地下水使用。

### 3.4 提倡污染区域治理

污染之区域治理已成为当今世界解决环境问题的重要措施。我国当前由于体制条块分割;进行资源核算并将其纳入国民经济核算体系法规尚未制定;污染监督执法不严等原因,污染区域治理步履艰难。当前首先是要打破体制条块分割,集中资金和技术对跨区域的污染进行集中治理。沿海地区污染区域治理主要是环渤海的海河、辽河;东南沿海的太湖、京杭大运河、珠江等流域水污染;京津唐、辽宁中部城市群、沪宁杭等的城市污染综合治理。这些流域与城市群环境质量的改善,将对沿海地区环境质量的提高起至关重要的作用。

## 广州市城市生态环境问题与防治对策

张金泉

(华南师范大学地理系, 广州 510631)

广州市是一座具有2000多年发展历史的名城。在新中国建立以来,特别是在改革开放后,经济建设取得了可喜成就。市委市政府提出争取用15年左右的时间基本实现现代化,把广州建成国际大都市,城市发展由现在的建城区203km<sup>2</sup>,扩大到555km<sup>2</sup>,这是一项跨世纪的伟大城市生态系统工程。为了实现这个目标,目前还存在哪些城市生态环境问题?应采取什么防治对策?这是当前迫切需要解决的重大问题。

根据联合国世界卫生组织推荐标准及发达国家达到的城市生态环境质量参考指标来衡量,广州市城市生态环境主要存在如下问题:

1. 大气环境污染问题 从全市情况来看,大气环境污染已相当严峻:SO<sub>2</sub>排放量1993年为16.22万t,平均浓度0.047mg/m<sup>3</sup>,已达到推荐标准(0.04~0.06mg/m<sup>3</sup>);TSP 1993

年平均浓度  $0.256\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标 ( $0.06\sim0.09\text{mg}/\text{m}^3$ ) 2.8~4.2 倍； $\text{NO}_x$  1993 年平均浓度  $0.115\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标 ( $0.050\text{mg}/\text{m}^3$ ) 2.3 倍；CO 1993 年平均浓度  $2.77\text{mg}/\text{m}^3$ ，虽未超标 ( $4\text{mg}/\text{m}^3$ )，但已是 1992 年东京都 ( $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ) 2.8 倍；酸雨频率达 76.3%，1993 年测得降水平均酸度 pH4.16；曾测得光化学烟雾的醛类污染浓度  $0.125\text{mg}/\text{m}^3$ ，与 50 年代洛杉矶光化学烟雾事件时相当。

2. 水环境污染问题 地下水已遭受严重污染，井水基本停止饮用。珠江广州河段水质污染呈上升趋势，其中除溶解氧浓度为  $3.4\text{mg}/\text{l}$ ，低于国家标准 ( $6.0\text{mg}/\text{l}$ ) 1.8 倍外；氨氮浓度为  $2.16\text{mg}/\text{l}$ ，超标 ( $0.5\text{mg}/\text{l}$ ) 4.3 倍；石油类浓度为  $0.24\text{mg}/\text{l}$ ，超标 ( $0.05\text{mg}/\text{l}$ ) 4.8 倍。1993 年日平均接纳工业废水 98 万 t、生活污水 184 万 t，已超过河段容量 10 倍左右，因而造成水质发黑发臭，使广州 9 大自来水厂吸水点的水质受到不同程度的污染。

3. 环境噪声污染问题 广州市城市环境噪声污染已呈上升趋势，1993 年达  $60.4\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  已超过推荐标准  $60\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  的  $0.4\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$ 。其中道路交通噪声昼间平均保持  $73.7\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  左右，超标  $70\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  的  $3.7\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$ ，夜间平均为  $70\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  以上，超标  $55\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  的  $15\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$ 。城区约有 35% 的面积，102 万人口处于  $60\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  以上的噪声环境下生活，约有 17% 的面积，50 万人口处于  $65\text{Leq} [\text{dB} (\text{A})]$  以上高噪声环境中生活。

4. 固体废物污染问题 广州市城市固体废物，1993 年日产的生活垃圾 4200t、医疗废物 59.69t、年产工业废物 346 万 t。这些固体废物由于收集、运输和填埋等的管理不善，往往引起恶臭、扬灰、污水和噪声等给市容环境和填埋场附近造成污染。

5. 园林绿化问题 广州市城市园林绿化与推荐标准相比，差距较大：1993 年城区绿化覆盖率 31.7%，低于标准 (40%) 8.3%；人均公共绿地面积  $5.03\text{m}^2$ ，低于标准 ( $20\text{m}^2$ )  $14.97\text{m}^2$ ；加之近几年来公园、风景区被蚕食严重。因此，园林绿化调节城市生态环境作用大受影响。

广州市自实行改革开放以来，由于着重注意城市的经济建设，忽视了环境保护，因而产生了上述一系列的生态环境问题。因此，今后必须重视“经济建设与生态环境保护协调发展”的战略防治对策：做好城市生态规划，避免走“先污染，后治理”的弯路，应采用“先规划、后建设”的模式；加强城市大气污染、水资源、环境噪声和固体废物等生态环境管理，运用政策、法令调控城市生态环境；确保公园、风景区不再被蚕食，扩大城市园林绿化，建设维护城市生态平衡的森林生态系统工程。

## 城市园林绿地系统规划中的适宜度分析

况 平

(重庆建筑大学建筑城规学院，重庆市 630045)

适宜度分析 (Suitability Analysis) 是指一定土地对某种特殊利用适合程度的确定过



程。它是生态规划的重要分析手段。近十年来,随着计算机的普及和地理信息系统技术的引入,把适宜度分析从手工方式解脱出来,使生态规划考虑多重复合性因素成为可能。本文介绍了适宜度分析方法及其在北海城市园林绿地系统规划中应用的初步实践。

### 1. 适宜度分析方法

1.1 筛网制图法 最早产生于英国,并在二战以后广泛应用于英国的新城规划。该方法用一系列的“筛子”不断筛出难以利用的区域,一旦通过所有的“筛子”,就除去了全部预设的困难的区域,留下的则为适于某种利用的区域。

1.2 景观单元途径 一开始就按照一套地理特征划分出景观单元,然后在每个景观单元内确定用地的限制和潜力,各景观单元确定完,适宜度分析就完成。

1.3 灰调子方法 由美国景观建筑师麦克哈格所创立。该方法是在同一比例尺上用深浅不同的色调表示出所考虑的适宜性等级,一般用深调子表示适宜度低的等级,浅调子表示高的等级,然后把所有单因素按一定顺序叠加,过程完毕,预期利用的区域就显示出来,最深为不适区,最浅为最适区,中间为一系列不同等级的适宜区域。

1.4 计算机方法(GIS方法) 计算机方法,特别是GIS技术把各种适宜性等级改为数量值,并给予因素以权重,相乘值的和每一区域的适宜性等级,它解决了灰调子方法无加权、麻烦、不能算术运算等问题,使景观建筑师和规划师能利用和处理更多的信息,规划更复杂的场地。

### 2. 北海市区城市园林绿地系统用地适宜度分析研究

2.1 GIS 图库建立 GIS 软件采用美国俄州立大学开发的 OSU—MAP—for—the—PC (pcMAP3.0)。根据收集的资料建立了地形、植被、土壤、土地利用现状及城市总体格局等基础图库。

2.2 生态因素选择及评价 依据所获得的资料,首先选取水文、风、植被和土壤侵蚀等因素进行生态敏感性分析,然后采用植被、景观、坡度、生态敏感区和土壤价值作为绿地适宜度分析的生态因素并给予适宜度值和权重。

2.3 单因素图叠加及适宜性模型形成 按园林绿地用地生态决定因素适宜性评价及权重在计算机上形成单因素图层,每个因素分成5、3、1三个适宜性级以表明适宜性高低,然后用加权多因素分析公式对相关图层进行处理,得到综合适宜性图,由此得到北海园林绿地适宜性图(模型)。

2.4 分析结果 从北海园林绿地适宜性图可以得到如下结论:①应加强沿岸防风绿地的建设。②加强水源涵养绿地的建设。④形成白虎头—鲤鱼地—高德镇的通风绿带。④利用自然山体、水库、河流形成基本的绿地系统格局。该结论成为北海市区“三线三点二楔”绿地系统格局的依据。

### 3. 问题与建设

①我国城市区域自然因素图形资料缺乏。建议我国的科学家与规划师相互了解,开展一些相关学科的联合研究,编制城市基础资料图件。②因素的权重分配与适宜度标准的制定还需进一步研究。③本案例精度不高,但作为区域型控制还是比较满意的。④案例中采用的GIS软件不适合较大规模的信息数据库和复杂的适宜度分析。

# 昆明可持续发展的生态学途径

吴玉树

(云南大学, 昆明 650091)

生态学技术被认为是实施可持续发展的有效途径之一。

云南是山、少、边、穷地区, 资源丰富而经济欠发达, 长期以来用粗放经营为特征的传统发展模式, 经济发展在较大程度上是以大量消耗资源和破坏生态环境为代价, 伴随着严重的生态环境问题。高投入、高消耗、高污染, 生态与经济消长互损, 三效益均差, 这样的发展难以长期持久。

昆明可持续发展的生态学途径:

## 1. 森林持续与生物多样性保护

云南森林类型和生物资源的丰富性是全省持续发展的重要物质基础。高等植物有 14000 多种, 占全国一半以上, 野生脊椎动物 1600 多种, 且均有许多特有种类。解放初, 全省和昆明地区森林覆盖率均为 50%, 现均已降至 25% 以下。版纳则从 70% 降至 26%, 二十年间平均每年有 1—1.4 万公顷的热带林毁于刀耕火种, 生物多样性也迅速减少。滇中和滇南山原的亚热带常绿阔叶林长期被视为“杂木林”而遭排斥, 大量被针叶林、竹林、灌木林所替代, 目前全省林地有 62.3% 为针叶林, 其中云南松、思茅松占 80% 以上。这样, 在森林类型的复杂性, 组成树种和生物多样性的丰富性以及森林对生态环境的改善作用诸方面都大大削弱了。所以, 必需切实加强森林的保护和持续利用, 同时大力加强珍稀濒危物种的就地与易地保护与引种繁育工作。

## 2. 资源持续利用与持续发展

持续的资源供给是持续发展的基础与前提。

云南资源丰富, 但掠夺式的利用方式和利用的极不充分, 造成资源的严重浪费和破坏, 影响了持续发展。

生物资源, 每生产  $1\text{m}^3$  木材平均消耗  $2.7\text{m}^3$  的木材资源; 木材加工利用率也仅 40—50%。八、九十年代, 红豆杉、三尖杉等有特种经济价值资源的开发热更是到了剥皮挖根的地步。

水资源 昆明是贫水地区, 为全国缺水城市之一, 水资源短缺已经是制约昆明经济发展的主要因素, 但又严重耗费, 昆明市万元产值耗水量是全国平均值的二倍多, 农灌更是漫水大灌。所以, 必需切实采取节水政策和措施, 建立节水型经济和社会。

土地资源 昆明人均占有耕地为全国人均的 62.67%, 人均粮食 200 多公斤, 所以必须正确处理人口增长与土地利用的关系, 使人口增长不超过土地承载能力; 严格土地管理和合理使用(如制止当前开发区滥征和浪费耕地现象); 切实加强对耕地的保护, 是昆明可持续发展中关系到生存的一个重大战略问题。



**矿产资源** 矿产资源丰富但综合开发、综合利用水平低,浪费惊人。共生矿单一开发,开采率又低,未被利用部分及伴生矿均以“废物”排入环境。镇雄县小硫磺开采,开采率仅50%,另一半进入大气,造成酸雨(pH2.5),进入土壤,赤土一片。

云南资源管理必需按持续发展原则:可更新资源持续利用,利用强度限制在其最大持续收获量之内。不可更新资源合理利用,提高综合开发、利用率,反复、多次利用。

### 3. 环境保护与持续发展

影响昆明持续发展最严重的环境问题是滇池的污染。目前水质达4—5类标准,已不适饮用;再加湖面缩小,湖盆变浅,水量减少,致使:对昆明生产和生活用水的供需矛盾日益突出,制约了昆明经济增长和持续发展;调节气候和生态平衡的作用越益削弱,城区生态环境质量下降,气候变干,90年代以来已连续四年大旱;严重影响旅游景观乃至招商和吸引外资。

昆明要持续发展,必须保护好滇池(控制和治理污染,保护水资源量,保护自然生态环境,维持湖泊生态平衡和调节能力)。目前,综合治理滇池污染大型工程已上马。生态技术单项工程前期准备工作正在进行,如“滇池流域防护林建设工程”、“滇池大型水生植物恢复工程”、“滇池水葫芦生物治理工程”、“滇池流域清洁农业区建设工程”等。

### 4. 生态意识与持续发展

正确领悟人与自然的关系。改变人是自然的主人、统治者的观念,由征服自然转变为树立人与自然和谐相处协调发展的观念,正确处理人类生产、生活活动与环境的关系,并通过改变人类的发展模式、生活方式和价值观念,使人类活动符合生态规律,取得经济、环境协调发展。

保护人与自然的平衡。要把人类对环境和自然资源的索取需求限制在环境承载力的限度以内;把人类活动对自然界的作用和废物排放量限制在环境容量和自然净化力的阈值以内,以保障人类在生物圈内的持续发展。

## 城市污水处理的生态工程技术

李万庆 郭冀芳

(天津市环境保护科学研究所,天津市 300191)

污水土地处理生态工程,是在人为调控的前提下,把污水投配到土地上,使污水在土壤—植物—微生物复合生态系统中,经物理、化学和生物的综合作用,达到预期的设计目的。由于该项生态工程技术具有投资少、运行费用低、省能耗、处理效率高的优势被认为是城市污水二级或三级处理的替代革新技术。

本文介绍了污水土地处理生态工程技术在国内外的的发展概况,主要工艺类型及其适用条件,工艺特性,净化功能及工程设计程序等。

结合邢台市污水土地处理工程,设计阐述了工程设计思想。该工程日处理量15万吨,

占地 375.75 公顷,采用以快速渗滤为主体工艺,辅以湿地和森林型慢速渗滤工艺的复合生态工程技术,是目前亚洲最大的城市污水土地处理工程,在世界上也是名列前茅。主要设计思想包括:

1. 概况,处理场地特征、水质特性
2. 总体和工艺:工艺选择、工艺流程、整体布局。
3. 对几个重要问题的分析:污水土地处理。

工程设计不可避免地涉及到对地下水的污染、场地寿命、冬季运行等重要问题,本文结合现场勘测及模拟试验结果,结合国内外城市污水土地处理工程的运行状况,对上述问题进行比较详细的分析,并提出防止地下水污染,长期稳定运行的工程措施。

## 掌裂草葡萄的新分布和垂直绿化 对改善城市污染生境作用的研究

孙光荣 丰盛武 侯杰 徐贵华\* 崔红琴\* 王燕\* 赵瑞进\*\*

(齐齐哈尔市园林处,齐齐哈尔 161005)

利用攀缘植物美化环境、蔽荫乘凉,自古就被中、外先民发现和沿用。现代城市建设,更重视空中公园、屋顶花园和利用攀缘植物披覆绿化高大建筑的效果。我们认为,垂直绿化不但能弥补平面绿化面积的不足,更重要的是攀缘植物对空间有吸收和减弱幅射热、噪音、毒气、粉尘污染及向周围释放氧气和水分,改善城市“热的陷井”和环境污染的生态效益。因此选择抗性好、生长快(扩展面积)、攀缘牢固的优良树种,成为北方园林攻关课题。

1986 年夏,昂昂溪园林所在北郊榆树崴子疏林,首见野生未定名攀缘植物。1989 年冬,依据雪下残存标本和室内繁殖的植株形态,检索为葡萄科、蛇葡萄属、乌头叶蛇葡萄的变种——掌裂草葡萄 *Ampelopsis aconitifolia* Bunge var. *glabra* Diels et Gilg。依文献推断为省内新发现树种;并以大型、耐寒(1922 年 1 月昂昂溪达 $-44.2^{\circ}\text{C}$ )、耐大暴风雪(卷须粗大牢固,抗 1983 年 4 月 29 日大风雪和冰凌),寿命长(发现地面茎直径 7cm 残株,约寿 40 龄以上)等优点,通过市建委协调立为研究课题,组成由园林处主持、设计方案、指导研究该种生态习性、物候、植被群落,引种人工栽培、繁殖和垂直绿化试验课题组,建立南北对照两个试验基地。五年来,以播种(五种不同样地)、扦插(软插、硬插、五种样地)、压条等方法,繁殖 1—4 龄种苗 3 万余株。以定植 2 年的播种实生苗和扦插苗,三年生长面积达  $6.6\text{m}\times 2\text{m}$  的高生长速度,被肯定为优良攀缘树种。已移植到讷河一中、嫩江、莫尔道嘎、佳木斯、哈尔滨、大庆(耐研试验)、黑龙江化工厂(耐化学污染试验)。均已越冬发芽。观察发育,来春将向同纬度试验城市的其他城市推广。

\* 昂昂溪区园林所,齐齐哈尔市 161000

\*\* 市自来水公司花园,齐齐哈尔市 161000



关于“省内树种新发现”由东北林大周以良教授书面鉴定(1990),省资源所、哈师大生物系、省博物馆、省植物园、沈阳林土所(1990—1991)、省科技情报所查新等书面证明,没见黑龙江省有该种标本。

繁殖工作在冬季准备,对种子和剪穗均进行沙埋冷冻。春季播种前作种子催芽处理。依天气温度在5月初、上旬播种、扦插,中旬展叶,下旬出卷须,7月初到8月下旬为花期、始果期,9月下旬果红色,9月末果色玛瑙状浆果熟,10月中旬全落叶。扦插苗当年开花结果。实生苗三年开花结果,有二年结果株(1992)。夏天,早秋枝条发育饱满浑圆而全木质化,晚秋枝条起棱、草质、不能发芽,成乾梢。

本种以卷须缠绕攀缘,因此,必有棚架、铁丝网(40×40cm)做骨架或以线绳、铁栅栏为依托攀缘(已知可达10m以上),可遮蔽高大建筑门窗。但是,没有地锦属以吸盘吸附攀缘省事(在我市爬山虎不能爬墙,年年发新枝;五叶地锦怕北风和背阴而死)。

本文将为本种有兴趣者,提供真实的试验方法和数据。

## 本溪市环境与经济协调发展研究 ——以大气环境为例

宋国君

(北京大学环境科学中心,北京市 100871)

本溪市是我国著名的原材料工业城市,大气污染十分严重,有地球上唯一从卫星上看不见的城市之说。近几年来,由于国家的重视,污染治理投入大幅度地增加,大气污染有所控制,但仍然达不到起码的三级标准。本溪经济需腾飞,原材料工业仍会大幅度地发展。如何能解决环境问题,使本溪市环境与经济实现协调发展已成为本溪市发展的重大课题。本文在大量基础资料的支持下,对环境与经济协调发展进行了理论、方法和途径上的研究。

本文第一部分探讨了环境与经济协调发展的理论和原则。提出了协调发展的四大原则:

### 1. 经济发展优先原则

经济发展是环境与经济协调发展的先决条件,只有经济发展才能解决环境问题,实现环境与经济的协调发展。

### 2. 环境保护投入原则

环境保护与经济发展的根本目的是一致的。因此,要实现环境与经济协调发展,保持一定的环保投入,治理污染是非常重要的原则。

### 3. 同步发展原则

即环境保护应与经济发展保持相对的同步。

### 4. 协调的层次性原则

层次性原则是指环境与经济协调发展存在着明显的层次性,并且一般是先微观层次后宏观层次。本文划分了三个层次,即技术层次、政策层次、观念层次。

本文提出了城市环境与经济协调程度的评判依据——环境质量加协调趋势系数联合评价方法。该方法能十分简便地指示城市环境与经济的协调程度,利用该方法判断,本溪市目前大气环境与经济发展为不协调型。

本文第二部分以本溪钢铁公司和市区内两大水泥厂为实例论证了在技术层次上改善协调程度的途径,结论如下:

① 本溪市必须优先发展经济,在发展中改革工艺,提高技术水平,形成经济增长污染降低的状态,在生产过程中解决污染;

② 增加环保投入,提高治理技术水平和治理效率;

③ 必须重视污染治理设施的事故排放量,这一问题对重污染城市尤其重要。应把它作为环境控制指标和产业结构调整及企业布局调整的依据。

本文第三部分在政策层次上论证了改善协调程度的途径,提出了:

① 本溪市产业结构调整方向应提高第三产业和减少第二产业比例,限制工业重型化倾向,增加钢铁行业的深加工产品;

② 本溪市必须大力降低万元产值排污系数和万元产值煤耗系数;

③ 在深入分析本溪市环保投资强度、方向和来源的基础上,提出了本溪市应加大更改资金和基建投资中的环保投资比例,同时继续大力争取援助资金,治理方向应以削减二氧化硫为主。

最后,结合本溪市具体情况,提出了具有可操作性的七点建议。

## 北京西郊城市污水人工土快滤 处理系统中试工程的技术经济分析

崔理华 白 瑛\* 张祖锡\* 黄楚豫\*\*

(华南农大国土资源与环境系, 广州 510642)

本中试工程于“七五”期间建成和运行,并已验收完毕,日处理水量为 $50\sim 100\text{m}^3$ ,其技术经济分析结果如下:

人工土滤池的渗滤速率是表示人工土的饱和水力传导性能的特征参数。除受其组成成分的影响外,它还随气候的季节变化、温度变化和进水中污染物浓度的变化而变化。

渗滤速度  $K$  ( $\text{cm}/\text{min}$ ) 的季节变化明显,表现为夏高冬低,春秋居中,且春季稍高于秋季。春夏秋冬四季的  $K$  值分别为 0.338、0.456、0.307 和 0.254  $\text{cm}/\text{min}$ 。 $K$  值的日变化也与季节变化有关。最小  $K$  值出现在 1 月份为 0.237  $\text{cm}/\text{min}$ ,最大  $K$  值出现在 6 月份为 0.501  $\text{cm}/\text{min}$ 。年平均渗滤速率为 0.339  $\text{cm}/\text{min}$ ,年水力负荷为 208 米,  $\text{BOD}_5$  污染负荷达

\* 北农大资环学院,北京 100094

\*\* 吉林省环境保护研究所,长春 130000



15.0kg/m<sup>2</sup>·年。

渗滤速率  $K$  与水温呈正相关关系。当  $t < 5^{\circ}\text{C}$  时,  $K \leq 0.2\text{cm/min}$ ;  $t > 25^{\circ}\text{C}$  时,  $K > 0.5\text{cm/min}$ 。

渗滤速率  $K$  还与进水中污染物 (SS、COD、BOD<sub>5</sub>) 浓度呈负相关关系。当进水中 SS 浓度  $< 40\text{mg/L}$  时,  $K > 0.5\text{cm/min}$ ; 当 SS  $> 80\text{mg/L}$  时,  $K < 0.3\text{cm/min}$ 。当进水中 BOD<sub>5</sub> 浓度  $< 40\text{mg/L}$ ,  $K > 0.5\text{cm/min}$ ; 当 BOD<sub>5</sub>  $> 140\text{mg/L}$  时,  $K < 0.2\text{cm/min}$ 。当进水中 COD 浓度  $< 100\text{mg/L}$  时,  $K > 0.5\text{cm/min}$ ; 当 COD  $> 200\text{mg/L}$  时,  $K < 0.3\text{cm/min}$ 。

去除率 ( $\eta$ ) 是表示人工土滤池处理效果的特征参数。本中试工程对有机物, 悬浮物 N、P、细菌等都有很好的去除作用。其中对 COD、BOD<sub>5</sub> 和 SS 的去除率分别达 90.2%、96.4% 和 95.1%; 对细菌总数、大肠杆菌和粪大肠杆菌的去除率分别达 88.0%、79.9% 和 96.6%, 对 N 和 P 的去除率分别为 32.3% 和 30.2%; 对重金属 Hg 的去除率为 67.5%, 滤出水中 DO 的含量从进水中的零增加到 5mg/L, 达到了养鱼用水标准。

本处理系统对城市污水中污染物的去除能力主要受人工土滤池中的微生物数量和类型的影响外, 同时还受人工土滤池的渗滤速率  $K$  以及进水中污染物浓度等因素的影响。

人工土滤池对 BOD<sub>5</sub> 的去除率与其渗滤速率之间呈负相关关系。当  $K < 0.23\text{cm/min}$  时,  $\eta > 97\%$ 。当  $K \geq 0.5\text{cm/min}$  时,  $\eta \leq 88\%$ 。COD、SS 的去除率也与  $K$  值呈负相关关系。

人工土滤池对 SS 的去除率与进水中 SS 的浓度呈正相关关系。当 SS  $\leq 20\text{mg/L}$ ,  $\eta \leq 50\%$ ; 当 SS  $> 90\text{mg/L}$  时,  $\eta > 90\%$ ; COD 去除率与进水 COD 浓度亦有关。当 COD  $\geq 50\text{mg/L}$ ,  $\eta \geq 30\%$ 。随着 COD 浓度的增加,  $\eta$  也随着增加, 当 COD 达 220mg/L 时,  $\eta$  达 82%, 随后 COD 浓度再增加,  $\eta$  反而下降; BOD<sub>5</sub> 的去除率亦与进水 BOD<sub>5</sub> 浓度有关, 当 BOD<sub>5</sub>  $\geq 30\text{mg/L}$  时,  $\eta \geq 87\%$ 。随 BOD<sub>5</sub> 浓度增加,  $\eta$  增高, 当 BOD<sub>5</sub> 增至 100mg/L 时,  $\eta$  最高达 97%, 之后, 随 BOD<sub>5</sub> 浓度的增加,  $\eta$  也随之下降。

经济指标: 中试工程基建投资指标 350~400 元/m<sup>3</sup>·日, 处理成本为 0.28 元/m<sup>3</sup>·日, 处理能耗 0.16KW/m<sup>3</sup>, 处理 1kgBOD<sub>5</sub> 所需电耗 1.54KW, 占地面积指标为每天处理 1 吨水所需滤池面积 1.3~1.5m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>。

通过系列设计扩大规模后, 人工土快滤处理系统较常规二级生化处理节省基建投资 1/2, 节省能耗和运转费用各 2/3。占用面积与二级生化处理相当, 还可以回收利用所占土地, 即在人工土滤池上无土栽培种植蔬菜或直接在滤池上种植花卉和绿草, 达到既处理污水, 又美化环境的目的。

## 城市林业: 理论与实践

孙 冰      栗 娟

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520)

社会进步和经济发展使得城市更加深刻地影响着人类生活。预计 2000 年, 世界人口的

51%将聚居在城市。营造健康、舒适和美观的城市生态环境，在森林和花园中建设城市，是社会学家和自然科学家共同关心的问题。城市林业旨在发挥城市森林和必需设施的社会、生态、经济和文化效益，为城市居民提供优质环境。

城市森林是城市生态系统的主要组成，是城市林业的研究对象。城市森林不同于自然环境中的天然林，和商品化经营的人工林也有很大差异，其作用亦不同于城市园林。城市森林系统可分为三个层次，或放射状的三个同心圆：城区森林—城郊森林—郊区森林。

城市林业主要研究：

- 城市森林生态系统的生物多样性、稳定性和演替；
- 城市森林的组成、结构和特征，能量和物质循环；
- 城市森林的功能分析和效益评价；
- 城市森林的产业性质、资源管理和经营；
- 城市生态环境监测和治理对策；
- 城市的景观建设，城市森林与城市设施的关系；
- 社会参与性和系统工程措施；
- 城市森林的文化价值与开发。

城市林业的概念自本世纪六十年代提出后，以生态学原理、生态经济原则为依据，逐渐融汇了其它学科的研究方法和理论。环境容量理论、岛屿理论、游憩地等级理论、模糊理论和超循环理论被引进，系统分析、GIS 技术、计算机管理和生态—经济学评价等方法得到应用。

城市林业既是一门发展中的边缘学科，建立在园林园艺、环境与资源管理、城市生态学和景观生态学基础上，着重研究城市森林的生态、社会和公益价值，又是具有绿色效益的新兴产业。城市林业是种社会参与的系统工程，体现在：（1）城市林业存在的普遍性，（2）建设城市林业的社会参与性，（3）城市林业的社会效益。

城市林业在北美和西欧的应用已有成功实践。美国林学家制订了城市行道树系统管理模式和害虫综合管理模式，用计算机动态管理城市森林资源，为城市建设提供辅助规划和环境质量参数。城市林业的经营已从无序管理向有序管理过渡，逐步实现现代化的管理方式。我国从八十年代起开始城市林业的理论研究，长春、广州、三明等城市提出“花园城市”、“生态城市”和“园林城市”的设想并在城市建设中予以实践。城市林业已成为改善城市生态环境质量和提高城市居民生活素质的积极尝试，在我们生存和文明发展的蓝图上投射智慧的曙光；未来城市是人类生活的乐园。

第十届世界林业大会特别强调：应该促进城市林业之发展，…应认真看待城市森林的文化方面及生物群落保留问题。事实上，没有任何其它种植材料能象树木那样给我们居住的人工环境带来如此浓郁的自然气息，并在遮蔽城市中丑陋的环境和促进城市景观美化方面发挥如此重要的作用（Gordon Patterson 1972）。城市林业对人类生活的各个领域和社会发展的影响是深刻的，其理论研究与实践将为城市生态环境的综合治理和城市文明的持续提供有益借鉴。



# 广东省珠江三角洲经济区生态学问题初探

陈世杰

(广州师范学院地理系, 广州市 510400)

## 1. 概述:

珠江三角洲经济区位于广东省南部, 约在东经 $111^{\circ}59.7' \sim 115^{\circ}25.3'$ , 北纬 $21^{\circ}17.6' \sim 23^{\circ}55.9'$ 之间。包括广州、深圳、珠海、东莞、中山、江门、佛山等市及惠州市、肇庆市部份区县。面积41596平方公里, 占广东省面积23.4%。境内中部为平原, 东西北面边缘分布着低山; 气候温暖, 年平均温 $21.9^{\circ}\text{C}$ , 1月平均温 $13.0^{\circ}\text{C}$ ; 7月平均温 $28.3^{\circ}\text{C}$ ; 雨量充沛, 年均降雨量1776毫米, 多在夏季降落。本区濒临南海, 海岸线长度1060公里, 海域面积2210平方公里, 沿海有岛屿350多个, 形成独特的南亚热带生态景观。本区是广东省实行“中部地区领先, 东西两翼齐飞, 广大山区崛起”的梯度发展战略的主要组成部份, 近年来经济发展迅速, 工业企业迅速崛起。至1933年本区国内生产总值达2265亿元, 占广东省70.2%, 其中工业产值占全省72%; 年经济增长率达20%。人口共2056万, 为全省人口数的31.2%, 人均国内生产总值11017元。

## 2. 珠江三角洲经济区当前生态学问题

2.1 城市化进程加速: 由于工业、商业、交通、电信现代化均颇具规模, 城市人口集中, 人口数量增长迅速, 预计到2000年, 本区人口将增至2300万人, 其中城镇人口超过1200万, 万人以上的城镇达300座, 城市化水平达65%以上, 中心城市广州, 将建成国际大都市, 由此将出现一系列城市生态学问题。

## 2.2 经济可持续发展的条件受到严重挑战:

①土地资源、水资源和生物资源过度消耗: 例如近十年来(1982—1992)农田面积减少13%, 土地丢荒、闲置也很严重。

②污染量已超出大气、水体和土地的承受能力, 并产生严重后果: 据1992年调查, 本区排入南海的污染物每年达150多万吨, 沿海海域生态环境严重恶化, 导致在珠江口栖息的119种经济鱼类和25种经济虾类, 连年出现大量死亡; 大气污染也极为严重, 珠江三角洲经济区已成为全国两大酸雨中心之一。

③暴雨、干旱等自然灾害不断加剧: 由于灰色地面面积不断扩大, 使地面辐射和近地面大气对流不断加强, 使灾害性的暴雨与干旱强度加剧, 造成的经济损失也逐年加大。

珠江三角洲经济区当前生态学问题, 直接导致经济损耗加大, 生产成本提高, 环境污染还影响人民健康, 降低劳动力的质量, 降低对外资和游客的吸引力, 以致缩小市场等, 诸多因素在制约着珠江三角洲经济的持续发展。

## 3. 对策:

3.1 加强全面生态考察: 考察范围包括港澳地区在内, 因港澳地区属珠江三角洲生态

区的一部份,港澳地区生态学问题直接影响珠江三角洲经济的发展。

3.2 建立珠江三角洲生态信息系统,对该区的资源、环境和灾情进行动态监测。以便及时调整经济、资源、环境三者的关系。

3.3 加强立法:严格控制各类生态指标,并通过法律手段加以保证,确保珠江三角洲经济能够持续发展。

## 张家港市生态建设的特点与面临的挑战

赵荫薇

(中科院南京地理与湖泊所,南京市 210008)

### 1. 概况

张家港市地处长江沿岸,沪、苏、锡、常等城市环列四周,是江苏东南的一个新兴的港口城市,全市除市区及港区外,分布着26个不同类型,各具特色的小城镇。随着乡镇企业的崛起,近年来全市的经济正迅猛发展,“八五”期间,全市国民生产总值以53.2%的年增长率递增,国民收入年增长率为53.3%。西部的张家港是长江港口中重要的国际商港。紧邻张家港的是全国第一个内陆型保税区。全市总面积999.46km<sup>2</sup>,人口84万。境内大小河港交织成网,目前正按照市委提出的“城市现代化、城镇城市化、港区国际化”的城乡一体化城市建设总目标努力奋进。这是我国经济发达,人口密集地区的城市,到本世纪末,基本上能完成从农业社会向城市社会过渡类型的代表。这一类型的城市,怎样在经济腾飞的同时,促进社会、经济、环境的协调发展,并以一个自然环境优美,社会文明发达的生态城市面貌进入21世纪,是摆在面前的一项富有挑战性的重大问题。

### 2. 生态建设的特点

2.1 迅速的工业化、城市化过程给区域自然和人文生态结构带来的变化。以前的张家港市,在局部上虽有所发展,但从整体看,脏乱差存在,布局欠合理。通过近三年来的创建,一个道路宽敞,环境卫生,市区空气与噪声达标准,布局基本合理的新城市,已初步展现人们面前。

2.2 生态建设与经济、城镇建设同步规划、实施、发展的原则。以潜意识的朴素的生态学发展观点来指导城镇建设,从内部机制上促进城市持续发展,在管理体制与人的行为上做了大量的工作,如社会文明、精神文明。

2.3 决策层的意识远见,较注重经济与环境协调发展原则。95年开始经济发展速度以18.9%的中速控制。人口控制中自然增长为负增值,机械增长率为0.05~0.06%(年)。大力开展城市环境综合整治和工业污染防治工作,在经济高速发展形势下,依靠科技进步,增加环境保护投入,使环境质量得到改善。八·五期间建成了市区污水处理厂;复盖率达100%的烟控区;垃圾填埋场;完成了重大老污染源治理与搬迁;颁发了保护饮用水源条例,使取水口达标率保持95%以上,市区大气环境质量达二级标准;市区交通噪声从86.5分贝下



降到69分贝。1994年被评为国家级卫生城市。

2.4 以法治城, 齐抓共管原则。创建步行街作为人文生态的缩影。实施严管重罚, 对人们的文明行为进行从被迫到自发的诱导, 目前已初见成效。

2.5 提高全民素质的原则。已普及9年基础教育, 重点发展职技教育, 全民教育具综合性。97年普及高中教育。

### 3. 面临的挑战

尽管张家港市在苏南同类城市持续发展中是好的代表, 从卫生城到生态城的建设仅是一个台阶, 是巩固、创新基础上深化的问题, 也说明了建设生态城市的可行性很大。但要达到生态城市的目标, 仍然面临以下挑战, 值得人们去正视与思考。

3.1 如何使工业发展从传统工业模式向生态可持续性工业模式的过渡, 以解决面临的资源紧张与污染环境问题。

3.2 开发生物能源, 以解决持续发展中的能源危机问题。

3.3 改善区域水污染, 开源节流, 以解决持续发展中的水资源危机问题。

3.4 保护和改善农业生态环境, 以解决持续发展中的面临的人多地少、农林矛盾突出的问题。

## 新疆城市环境特征与鼠害防治的生态学基础

张大铭

(新疆大学生物系, 乌鲁木齐 830026)

### 1. 新疆气候与城市发展特点

夏季干热少雨, 冬季寒冷少雪, 昼夜温差极大, 属典型的大陆性干旱气候。包括乌鲁木齐在内的全疆各大城镇在发展过程中, 大都由过去的低矮平房向高大楼房演进, 地上空间的增建和地下管道的网联, 形成一个地上楼宇林立, 地下管道连片的新局面。在某种意义上说, 这种新景观大大改善了过去那种鼠类滋生的旧场所, 但也开创了一些鼠类繁衍生息的新单元。这种新式楼网, 地上部分大都有防鼠新设施, 地下部分往往不齐全, 而成为鼠类生存的新空间。至于那些尚未改观的旧土房, 如饲养场、小作坊之类更是鼠类生息繁衍的老地方。

### 2. 新疆城市鼠种, 分布及习性

新疆原有鼠类不足70种, 在城市常有家鼠 (*Mus musculus*) 和灰仓鼠 (*Cricetulus migratorius*)。个别地区尚有小林姬鼠 (*Apodemus sylvaticus*) 和红尾沙鼠 (*Meriones erythrorus*)。近些年来又从内地经火车自然移入褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)。除小家鼠和灰仓鼠广布于全疆各地外, 褐家鼠目前多见于吐鲁番和乌鲁木齐附近及铁路沿线人口密集区, 如南疆的库尔勒市, 北疆的乌—奎线及阿拉山口等处。这些鼠类大多以旧平房和地下室为藏身之地, 垃圾堆、饲养场等卫生环境较差的地区较多见, 尤以褐家鼠的生存繁殖力最强, 危害

也最大。

### 3. 新疆城市鼠害防治概况

据近年新疆城市灭鼠可知,各地多为小家鼠和灰仓鼠(粉迹阳性率多在40%左右,个别高达60.14%),并均造成不同程度的危害,经过药物毒杀,鼠害基本得到控制(粉迹阳性率多在1.0%以下,最低达0.06%)。在乌鲁木齐市,遭受褐家鼠严重危害的华新禽蛋公司和乌市养禽场等单位,经过药物灭鼠也大大降低了鼠类的危害,并实现了一疫达标任务。

### 4. 新疆城市鼠害防治的生态学基础

近年,新疆各大城市先后完成了一疫达标灭鼠任务,但这并不意味着灭鼠的终结,应该把它看成众多控制城市鼠害措施的一部分。多少年来,城市鼠害(特别是褐家鼠)一直是世界公敌,由于它具有繁殖快、适应性强等特性,希望撒一把药就把所有老鼠都杀死,事实证明那只是一种美好的愿望。药物灭鼠大多只能起到降低鼠类密度的作用,而并未从根本上铲除老鼠的栖息地。因而,那些侥幸活下来的个体会很快占领一切有利空间,重组新“家庭”,并以“超指数的生存”(超指数的生长,超指数的增殖和超指数的扩散),以补偿因人类的杀灭所造成的损失。应树立与鼠类长期作斗争的思想。在防治策略上,应以生态防治为主,辅以药物和生物防治。化学毒药虽然可以在短期内大大降低鼠类的数量,但不可能完全彻底;生物防治(即所谓利用鼠类天敌的捕食作用,如猫头鹰、黄鼠狼、蛇类和猫等)也只能起到调节鼠类密度的作用。只有生态防治才是与鼠类作斗争的根本途径。应在城市建设上健全防鼠设施,如增加地下通道盖网,硬化地面墙壁门窗,根除藏匿环境,断绝鼠类食粮,完善防鼠规章制度,禁用烈性灭鼠药物。对鼠类敏感的饮食服务、食品加工和饲养场馆等特殊行业,更应加强防灭措施,做到长期坚持,常抓不懈。

## 香山公园景观格局、游客流与旅游生态影响研究

刘鸿雁      张金海

(北京大学城市与环境学系,北京 100871)

旅游生态学是生态学应用的一个重要领域,它主要研究:1)旅游生态资源的类型与评价;2)旅游生态破坏与恢复对策;3)旅游生态规划与管理。本研究以北京近郊香山公园为例,着重探讨景观格局、游客流与旅游生态破坏的关系以及该公园的旅游生态规划与管理。

1. 景观格局:通过航空相片解译,将香山公园划分成4个景观单元;1)黄栌林区(红叶区);2)油松、侧柏林区;3)灌丛区;4)人工建筑物区。道路系统将这些景区连为一体。

2. 游客流分析:通过前人资料 and 实际调查,对公园内的游客流进行了分析。1) 时间分布:近年来,香山公园的游客稳定在每年400万人左右,旅游旺季为10—11月红叶节期间,每天可达3—4万人次,而淡季游人数很少;由于游客基本以一日游为主,在园游客最集中的时间是11:00—13:00,大部分游客在园内用午餐。2) 游客空间分布与游客流:通过对各主要路口游客流向与旅游垃圾调查,对各景观单元间的游客流和各景观单元内的游客分



布进行了分析。

3. 旅游生态破坏调查：国外研究表明，道路宽度与游客人数的对数存在线性相关，据此按宽度将道路分成5级。通过样方调查，分析了不同强度的旅游干扰对黄栌林和灌丛的直接影响；通过不同级别道路上土壤的理化性质分析践踏和旅游垃圾的间接影响。

研究表明：

1. 道路是联接各景观单元的纽带，道路格局对游客的流动可起到诱导作用，直接影响到游客在景观单元间的流动和景观单元内（特别是黄栌林内）的分布。

2. 香山游客对植被的破坏主要通过践踏和旅游垃圾。由于游客时间分布的特点，使得这种破坏具有集中性。

3. 对于黄栌林，轻度干扰有利于黄栌的生长。乔灌木三层对旅游干扰的反应不尽相同，草本层在不同的游客压力下出现不同的物种，乔木层和灌木层主要表现在植被盖度的变化。

4. 随着游客压力的增加，土壤容重增加，土壤水分含量下降。由于红叶节期间正值北京干旱季节，道路表层浮土在践踏作用下造成空气中粉尘污染严重。

根据以上结果，提出了香山公园旅游生态规划（主要是道路系统的优化）和管理（主要是黄栌林管理）新的设想。

## 厦门特区经济发展与城市生态环境建设

连玉武

（厦门大学生物学系，厦门 361005）

厦门市是我国四个经济特区之一，作为一个著称于世的海港城市，也是我国与东南亚各国的纽带和高新科技信息交流的窗口。

为了使厦门市自由港经济、社会、环境取得同步协调、高速发展，应大力开展城市生态环境建设的研究，把城市经济发展与生态环境建设推向一个新台阶。本文从以下几方面论述厦门自由港经济与城市生态环境建设的密切关系。

1. 特区城市生态系统研究。城市生态系统是一个自然地理实体，也是一个社会事理实体，是一个无穷维生态关系空间，系统中物流、能流、信息流、人口流和资金流等为复杂的人工生态系统，近代也称之为社会—经济—自然复合生态系统。研究厦门特区生态系统现状，制定一个耗能少、物质转换率和经济效益高的城市生态系统，应开展如下研究：

1.1 厦门特区的工业结构、布局与环境质量关系的分析；

1.2 厦门城市系统中能源结构研究；

1.3 城市生态系统内部机制和代谢的研究；

1.4 人群研究（包括特区人口增长和分布、人口的年龄结构、人口素质、人口教育水平以及环境对人的生理、心理健康状况的影响）。

1.5 城市化对厦门特区生物的影响，生物对城市化的反应，城市绿化、防护林的生态

效应等研究。

2. 特区生态农业建设, 厦门市地处我国东南沿海, 属于亚热带气候, 农业资源十分丰富。经济特区农业要达到最佳的效益, 须进行全面的生态规划, 依照生态学原理, 建设高效、多效益的农业生态系统和整体良好的生态环境。因而发展生态农业是特区经济发展的重要组成部分。根据厦门市生态农业建设的实践和农业生态经济初步成果, 可开展生态庭院、生态农园、生态果园以及生态林业、混农林业等多种模式, 使特区农业土地利用合理, 农、林、牧、副、工综合发展, 生产水平大大提高。

3. 特区城市绿化与植被保护, 厦门岛植物资源十分丰富, 多以热带、亚热带植物种类为主。岛屿植物有156科630属749种, 包括庭园树种、花卉、药用植物、园艺盆栽以及果树、灌草植物等。森林和植被资源对作为城市主体的厦门本岛及周边20多个岛屿具有重要的生态效益, 对特区的经济建设和旅游业的发展均具有作用。对此, 提出如下对策:

3.1 加强厦门特区的森林和植被资源保护, 提高森林和植被的相对稳定性, 使全区植被发展成常绿阔叶林;

3.2 加快厦门岛沿海防护林体系建设, 促进沿海滩涂农—牧—渔业全面发展;

3.3 加强厦门特区及西海域岛域的绿化、彩化、美化, 保护和发展滩涂红树林;

3.4 进一步发展厦门特区的热带、亚热带优质、高产、创汇经济果林, 为特区经济建设服务。

4. 厦门特区的自然保护区和森林公园建设, 自然保护区和森林公园对厦门特区生态环境、自然资源保护、城市生态系统研究、工农业生产以及维持地区的生态稳定性等均有战略意义。东南部的黄厝近岸海区, 同安、金门之间有丰富的文昌鱼资源, 是我国文昌鱼传统产地, 建议规划为“八·五”国家自然保护区, 加以重点保护。厦门港西海湾, 自火烧屿向南至大、小兔屿和九龙江口的鸡屿、钱屿等潮间带滨海盐土红树林, 具有很好的生态效益, 应规划纳入九龙江口红树林保护区范围。厦门岛南部西姑岭——云顶岩之间, 马尾松、台湾相思林连成一片, 连锦不断, 森林面积2062hm<sup>2</sup>, 水面109.6hm<sup>2</sup>, 是特区理想森林公园的旅游胜地。

## 城市生活垃圾高温好氧静态堆肥工艺研究

张春桂    姜晴楠    吴燕玉    姜昌亮\*

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳110015)

城市生活垃圾作为世界性公害之一, 受到各国普遍关注, 并根据本国国情采用不同方式进行处理。

城市生活垃圾高温好氧静态堆肥工艺在国内已有较多研究, 并有多处应用。但在我国北

\* 辽河油田勘探局, 沈阳 114000



方城市应用极少。本研究以辽河油田茨榆坨采油厂为试验基地,对该厂生活区生活垃圾进行以高温好氧静态二次发酵堆肥工艺为主的综合治理研究。

### 1. 场地条件

辽河油田茨榆坨采油厂位于辽宁省沈阳市辽中县境内。年平均气温为 $9.1^{\circ}\text{C}$ ,一月份平均气温为 $-5\sim -12^{\circ}\text{C}$ ,最低达 $-22\sim -30^{\circ}\text{C}$ 。该厂现有垃圾排放场一座,占地 $13.5$ 亩,日排生活垃圾 $20\text{T/d}$ ,属于双气户垃圾,其有机成分在 $73\%$ 以上。适于堆肥处理。研究采用了以高温好氧静态二次发酵堆肥处理为主,辅以有机废物焚烧,废品回收及无机废物填埋的综合治理途径,使垃圾处理达到无害化、资源化及减量化目标。

### 2. 工艺技术

本研究的关键技术是冬季低温条件下达到高温好氧堆肥效果。研究中采用了适当的增温和保温设备,使堆肥发酵初期迅速达到微生物代谢活动的启动温度,然后靠其自然增温维持高温发酵所需热能。

实验结果表明,当环境温度为 $-18\sim -23^{\circ}\text{C}$ ,堆层为一米以上,其温度可达 $55^{\circ}\text{C}$ 以上。堆层在 $0.5$ 米左右,堆温为 $45^{\circ}\text{C}$ 。因此寒冷地区,发酵仓的容积必需大于 $50\text{m}^3$ ,可达到自然保温效果。

在其它季节,发酵仓内温度由初始的 $8\sim 16^{\circ}\text{C}$ 升到 $55^{\circ}\text{C}$ 只需 $1\sim 2$ 天。一般升温阶段为 $3$ 天完成,第四天最高达到 $72^{\circ}\text{C}$ ,第五天以后稳定在 $65$ 左右,直至一次发酵完毕。

实验考察了堆肥发酵过程耗氧速率、二氧化碳生成率与温度变化规律相关性。其变化趋势与温度变化趋势相同,前三天迅速增加,第四天达最高峰,五天以后开始下降,趋于平缓。

二次发酵温度稳定在 $45^{\circ}\text{C}$ 左右,自然通风,进行中温发酵,使其进一步腐熟。

### 3. 试验结果

堆肥产品质量检测结果表明,垃圾经高温堆肥后,达到无害化卫生指标,其蛔虫卵死亡率达到 $98\%$ 以上,大肠菌值为 $10^{-1}\sim 10^{-2}$ 。重金属含量均不超标。有机质、N、P等营养元素均在《城镇垃圾农用控制标准》以上,是优质有机肥料。

堆肥产品的增产效果十分明显。连续三年的垃圾肥肥效实验表明,当亩施堆肥 $2.5\sim 5.0$ 吨时,其作物增产效果在 $16\sim 69\%$ 以上,有的高达 $81.5\%$ 。

研究表明,该工艺适合我国北方地区有机生活垃圾综合治理应用。使垃圾处理达到了无害化、资源化、减量化目标。

## “山水城市”建设与环境的协调研究 ——无锡市总体规划修编专题研究

何 强      杜文涛      赵学玲

(清华大学环境工程系,北京 100084)

地处美丽的太湖之滨的无锡市,在十多年的改革大潮中,其城市与经济建设取得了令

人振奋的成就。特别是党的十四大后，国民经济更出现了超常规、跳跃式发展的势头，使城市综合功能日益完善，并处于由中等城市向大城市转轨变型的过程中。在这个转轨变型时期，无锡市面临着更加繁重的经济社会建设任务及各种日益突出的矛盾。特别是日益加重的水污染问题与经济增长和城市居民对提高生活质量的要求发生了巨大的冲突。无锡市主要供水水源太湖在“六五”期间有80%以上的水面属二类水体，到“七五”期间，25%已是三类水体，局部（梅梁湖）地区已是四类水体。穿城而过的京杭大运河的水质也已严重恶化，绝大部分河段为五类水体（见下表），有些河段终年黑臭。这些污染不但大大破坏了城市景观和沿岸居民的生活环境，而且已经成为制约无锡市经济发展的重要因素。经济的进一步发展必将导致新的污染源的产生，原有工厂企业的扩大再生产也将增加污染物的排放量。经研究预测，按中等社会经济发展速度，则到2000年，2020年和2050年污水排放量COD负荷量分别见表2。

表1 1992年市内运河各河段水质类别

河段名称	运河上游县段	运河无锡市段	锡澄运河	梁溪河	古运河	运河下游县段	锡北运河
水质类别	V	V	IV	IV	V	V	V

表2 中等经济发展目标下的污水排放量和污染物产生量预测

年 限	现今—2000	2000—2020	2020—2050
经济增长	15%	10%	7%
污水量（万吨/日）	100	700	6375
COD负荷（吨/年）	112940	616200	4175872

由表2值可见，仅在25年后，无锡市污水的排放量便高于目前上海全市污水排放量的40%，到了2050年，其污水排放量即相当于目前全国污水排放量的50%以上，真是个“天文数字”！这样，无锡市环境质量将进一步恶化，成为向现代化大都市迈进中的主要障碍。对此，已引起全市上下的高度关注，并在无锡市政府领导下，开展了以建设“山水城市”和“国际性现代化”城市的构想为主的总体规划修编工作。

经过研究，提出了如下的实施对策与建议：

1. 实事求是，按照不同河段，不同发展阶段，制订出相应的水质目标，最终使水体的环境质量与“山水城市”相协调。并由此确定污染物的自然净化去除率，企业内去除率和城市污水处理去除率三级指标，同时运用行政管理落实。
  2. 调整工业和行业结构，优先发展机械电子等产污量少且具优势的行业，同时大力发展第三产业。
  3. 大力提倡水资源重复利用，提高水资源利用率。
  4. 环境保护耗资巨大，在市场经济的良好条件下，走污水处理股份制、企业化的道路。
  5. 苏锡常三市联合治理运河污染。
  6. 发展旅游业的同时，要继续彻底做好太湖水质的保护，保证无锡市饮用水源的供给。
- 只有认真落实上述措施，无锡市方可建成“国际性现代化”的“山水城市”。



# 香港生态环境保护和经济协调发展的几个问题研究

钟晓青 蓝崇钰 张宏达 钟山\*

(中山大学生科院热带亚热带生态中心, 广州 510275)

在过去的五十年里, 香港曾经面对过几次外来经济及政治转变带来的艰难时期, 从第二次世界大战以来的香港经济发展可分成四个阶段: (1) 战后经济复原及转口贸易复苏期 (1947—1952年); (2) 工业化时期 (1952—1970); (3) 工业多元化及出口服务增长期 (1970—1982); (4) 经济放缓, 但在恢复转口贸易及发展中港贸易下得以稳步发展的时期 (1982—90年代)。97年以后, 香港经济将面临着和国内经济一体化的新机遇, 同时也面对着资源利用方面的更加激烈的竞争的新挑战。在新的形势下, 粤港经济一体化将水到渠成, 香港的国际金融中心的地位将进一步的被加强。而随着内地经济的发展, 自身消化原材料的能力增强及大力发展加工工业必然结果, 香港的资源利用上的困境将会更加加剧。

香港的公园、绿地及城市园林规划近年取得的成绩是有目共睹的, 但是, 城市的三废污染并未从根本上得到整治。香港策略性排污计划 (SSDS) 作为一项跨世纪的耗资200亿港元、计划工期长达十年的环保工程, 其处理污水的指导方针仅仅是停留在“排”字阶段, 因此该工程的指导思想方面存在着严重的失误。世界性的三废污染处理早已从“一排了之”的阶段走向“按污染卫生标准治理后排放”的第二阶段, 并开始向“三废的二次资源化”方向实行物质循环利用的新阶段发展。SSDS 的指导思想不仅基本上停留在治污的过去阶段, 而且其实施后果缺乏生态、经济、海洋、地理、环境等等相关学科的详细的、认真的和较长时期的科学论证, 其可行性、科学性有待进一步商榷。从生态经济方面来看, SSDS 是一项既达不到治理香港水污染又劳民伤财的资源巨大浪费型的排污计划。

香港的污水治理, 根本没有将全港污水全部跨海向昂船洲孤岛集中的必要, 应该在相对集中的原则之下, 实行九龙、港岛两大区域为前提的进一步分区治理。实际情况中, 将军澳等新市镇已有污水处理厂存在, 因此应在此基础之上, 避免投资巨大的污水搬家的管道工程耗费, 把资金的重点放在污水的加强处理或循环利用的“二次资源化”的工程之中。

香港的城市布局缺少有力度的规划导引, 基本上呈自由式的发展。城市的垃圾处理尚未进行资源化方面革新。本文对97年以后香港经济发展面临的新机遇和新挑战进行了生态经济性的分析, 并对近年来香港政府进行的跨越97过渡期的一些工程如策略性排污计划 (SSDS) 进行了研究。在香港的经济发展的新时期里, 走生态和经济相统一之路是香港人民的客观要求, 也是香港经济持续高速发展的必由之路。

\* 广东省分析测试中心, 广州 510070

# 铅锌尾矿废弃地的植被重建研究<sup>①</sup>

## ——有机废弃物的改良效果

蓝崇钰 束文圣

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

铅锌尾矿具极端的理化性质, 其中重金属毒性和极端贫瘠是尾矿植被重建的限制因子, 本实验以格拉姆柱花草 (*Stylosanthes guianensis* cv. *Graham*) 的生长状况及其对重金属的吸收情况为指标, 评价污水污泥、生活垃圾及无机肥对铅锌尾矿的改良效果, 为期三个月的玻璃网室栽培实验表明:

1. 每盆1g 和0.5g N、P、K (2:1:1, mol) 两种用量分别以一次和五次施用, 与不施肥的对照组相比, 施用无机肥对柱花草的生长影响不大, 可能是重金属毒害抑制了植物对养分的吸收利用。

2. 按重量比在尾矿中分别掺入30%、60%和90%的污水污泥 (SS30, SS60, SS90) 和生活垃圾 (RC30, RC60, RC90) 可显著改善尾矿的理化性质, 与纯尾矿的对照组相比, 污水污泥和生活垃圾的掺入都可显著促进柱花草的生长, 其中以30%和60%的污水污泥以及60%和90%的生活垃圾改良效果最佳。

3. 污水污泥和生活垃圾的处理显著促进植物对重金属的吸收, 植物根部重金属含量普遍高于地上部分, 在污泥组中, SS30中的植物吸收的重金属量最多, 垃圾处理组中, RC60中植物的重金属含量最高。

4. 污泥和垃圾处理中的有效态重金属在栽培前后无显著变化, 在纯尾矿的对照组中, 栽培后基质中有效态锌、镉和铜都显著低于栽培前水平, 铅无显著变化。

5. 污泥和垃圾处理都显著提高 Pb、Zn、Cu 和 Cd 的有效率, 自 SS30至 SS90, RC30至 RC90, 对有效率的影响逐渐增大, 与之相对应, 污泥和垃圾处理也同样提高植物地上部分重金属富集率, 富集率和有效率有着共同上升的趋势, 唯铅例外, 锌的有效率与植物的金属富集率极显著相关, 其次为 Cu 和 Cd、Pb 则无相关性, 有机质对有效率的影响高于 pH 值。

6. 有机质在解除重金属的植物毒性以及影响植物的重金属吸收方面起着很复杂的作用, 当基质中的重金属主要以固态形式存在时, 有机质会促进其溶解从而促进植物吸收, 当基质中的重金属主要以离子形式存在时, 有机质的络合作用会减少植物的吸收, 在这两种情况下, 其解毒作用都是不容置疑的。

7. 污水污泥和生活垃圾掺入尾矿中虽有助于在其上重建植被, 但同时也促进植物对重金属的吸收, 因此, 用这种方法在尾矿上重建植被只能服务于控制污染的目的。

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目



# 生态绿地空间与城乡人居环境规划

李 敏

(清华大学建筑与城市研究所, 北京 100084)

## 1. 问题的提出

城市及其规划区域内的绿色空间,是编制城市规划的重要内容之一,也是影响城市生态环境质量的基本因素。然而,长期以来有关绿地的规划一直是比较薄弱的环节,多处于“填空”的地位。目前,我国城市规划的理论与方法正面临着从服从计划经济体制向适应市场经济体制转变的深刻挑战。特别是在城镇密集地区,“城市群”的形成、“大城市区域”的扩展、“城乡一体化”进程的加速,对于城市绿地系统的规划和建设提出一系列新的问题和要求。我国城乡绿色空间的发展,能不能在城市化急剧扩张的现实条件下,解决好区域范围内城乡人民的“米袋子”、“菜篮子”、“水罐子”和“氧气库”、“游憩地”之间的用地矛盾协调与经济利益平衡?探索一条以规划手段协调城乡绿地功能、促进区域环境生态平衡和保障社区经济持续发展的出路,已为当务之急。

## 2. 生态绿地空间的概念

生态绿地空间,是城乡人居环境中具有生态平衡功能、与人类生活密切相关的绿色空间,即规划上常称之为“绿地”的空间。人类生存所需的全部食物、矿石燃料、植物纤维,所有空气中的氧、稳定的地表土和地表水系统,大气候的生成和小气候的改善,都依赖于植物的作用。人类和绿色植物是必须相互寄生在一起的。所以,从生态学的角度来考察,城乡规划中的各类绿地绝非可有可无的景观美化装饰物,或仅供满足休闲活动需要的游憩地,而是维持一定区域范围内人类生存所必需的物质环境空间。我们应当去了解这些绿地自然演进的生态规律,在其自然保护价值体系与经济利用价值体系之间作出适当的利益选择,引导城市和区域规划朝着符合人居环境生态平衡的方向发展。

## 3. 生态绿地空间在人居环境中的定位

地球生物圈空间,大致可划分为自然生境和人居环境两大系统。自然生境是基本未受到人为活动干扰的、保持着原生状态的地表空间,其中动、植物等生态因子的变化,主要受自然演进规律的支配。人居环境是与人类生存活动密切相关的地表空间,也是人类赖以生存与发展的物质基础、生产资料和劳动对象。其中的各项生态因子,都直接受到人类活动参与的影响。人居环境按其对于人类生存活动的功能和人工化程度的高低,又可以再分为生态绿地空间和生活建筑空间。生态绿地空间是有人工活动参与培育和经营的、有社会效益、经济效益和环境效益产出的绿地及水域。它以自然要素为主体(或以利用自然要素为目的)而加以开发,为人类生存提供新鲜的氧气、清洁的水、必要的粮食、副食品和游憩场地,并对人类文化发展和历史景观保护等方面起到重要作用。生态绿地空间包括:农业绿地、林业绿地、游憩绿地、环保绿地和水源绿地。

#### 4. 我国城乡生态绿地空间的现状和危机

就全国而言, 迅速发展的工业化、城市化进程对人居环境生态绿地空间的影响, 主要表现在以下方面: ①由于城镇急剧扩张造成耕地面积锐减, 农业绿地的生态效益降低。②乡村工业化无序发展的结果, 将原来相对集中于城市的污染源带到农村的各级村镇, 从而扩散为交叉性的大面积污染。不少地区的土地污染强度, 已经超过了土壤的自净能力, 并在粗放的、急功近利的生产和管理条件下有愈演愈烈的趋势。③由于城郊农业绿地的减少和生产力下降, 使得许多城市的粮食与副食品供应都发生了很大困难, 迫使一些城市政府近年来不得不以行政手段强制实施“菜篮子工程”和增加进口粮食数量。④城市园林绿地数量少, 人均面积指标低, 而且常被非法侵占。⑤森林减少, 草原退化, 给农业生态系统和城市生态系统带来严重影响。⑥陆地河流与湖泊面积日益缩小, 水利工程严重失修、效益骤减, 灾害倍增。而解决这些危机的主要出路, 就是生态绿地空间的保护与发展。

#### 5. 城镇密集地区更要珍惜生态绿地空间

城镇密集是经济发达地区城市化水平较高的空间特征。在我国大陆, 城镇密集地区主要有: 长江三角洲地区; 珠江三角洲地区; 闽南金三角地区; 京津唐地区; 辽中南地区和胶东半岛。这些地区的城市化水平, 已经超过40%, 大大高于全国的平均水平(1993年底为28.14%)。但是, 多年来这些地区从大城市到小城镇都存在一种缺乏限制的城市化蔓延现象, 造成严重的生态环境质量退化等危机。尤其是在人口稠密的地区, 生存空间高度浓缩, 土地和水等自然资源配置十分紧张。城乡生态环境的保护与建设, 已成为关系人民生存与发展空间的重大问题。人居环境的生态平衡与生态绿地空间的状况唇齿相依。过去, 我们的城市和区域规划工作, 一般是不管农业的; 对于耕地的保护, 多半也漫不经心。这种状况应当有所改变。在城市和区域规划工作中引入“生态绿地空间”的概念, 将有助于“城乡融合发展”规划理论的拓展, 促进城市生态危机的解决。

## 大亚湾惠州岸段沿海工业发展与 海岸带生态系统保护协调研究

袁 军      宁大同

(北京师范大学环境科学研究所, 北京 100875)

本文在分析海岸带生态系统特点的基础上提出生态—经济协调耦合度概念及表达式, 并运用它对惠州市大亚湾沿岸工业发展与海岸带生态系统保护之间的协调进行了研究。主要内容由三部分组成:

#### 1. 海岸带生态系统特性分析

近岸陆地生态系统、潮间带生态系统和近海大陆架生态系统通过能量流动和物质循环构成了海岸带生态系统, 它有三个基本特点: ①具有复杂多样的环境; ②具有较为丰富的物种; ③对外部压力较为敏感。因此, 在协调沿岸工业发展与生态环境保护之间的矛盾时,



应重点考虑如何使海岸带生态系统的结构和功能在一定范围内维持相对稳定性,以获取最佳的生态-经济综合效益。

## 2. 生态-经济协调耦合度表达式的建立

在分析区域生态-经济系统内在动态机制的基础上,定义生态-经济协调耦合度(H)为一定时段内区域经济发展与生态系统变化状况之间相互适应、相互协调程度的定量表达。鉴于区域生态-经济系统内部作用机制的复杂性,以系统表现出来的综合效益作为其协调发展程度的客观测度。H的构造分为三步:

2.1 经济效益 $B_E$ 的构造:对发展中国家来说,可以认为在一定范围内 $B_E$ 与发展速度呈线性正相关。设 $E_f$ 为区域能够接受的最低发展速度, $E_s$ 为区域满意的发展速度,并规定当 $E_s \leq E_f$ 时, $B_E = 0$ , $E_s = E_f$ 时, $B_E = 1$ ,则可得 $B_E = \frac{E_s - E_f}{E_s - E_f} (E_s > E_f)$ 。

2.2 生态效益 $B_C$ 的构造:运用广义限制因子理论,选择生态系统中最关键的环境因子衡量系统的优劣程度。设 $D_{i0}$ 为区域内所选环境因子的剩余环境容量, $D_i$ 为一定时段内该因子的实际排放强度,则 $B_C = \sqrt{1 - \frac{D_i}{D_{i0}}} (0 \leq D_i \leq D_{i0})$ 。

2.3 生态-经济协调耦合度(H)的构造:文中提出的 $H = B_E \cdot B_C$ 。把前述 $B_E$ 、 $B_C$ 表达式代入,则可得

$$H = \begin{cases} \frac{E_s - E_f}{E_s - E_f} \cdot \sqrt{1 - \frac{D_i}{D_{i0}}} & (E_s > E_f, \text{ 且 } 0 \leq D_i \leq D_{i0}) \\ 0 & (E_s \leq E_f \text{ 或 } D_i \geq D_{i0}) \end{cases}$$

当 $E_s = E_f$ ,  $D_i = 0$ 时, H有满意值1; 当 $E_s \leq E_f$ 或 $D_i \geq D_{i0}$ 时, H有最劣值0。H越大,则表明一定时段内区域生态-经济综合效益越大,生态-经济协调耦合程度越高。

## 3. 实例研究

惠州市南部地区由于具备发展临海大工业的有利条件,因而广东省将该区划为临海工业区,惠州市政府也计划在下世纪初将该区建设成为百万人以上的现代化港口工业城市。在城市化过程中,必将对该区海岸带生态系统产生巨大的压力。因此,确定一个恰当的工业发展速度,显然是实现区域可持续发展的关键之一。

通过现场调查和资料分析,认为该区生态与经济协调发展的关键是在经济发展的同时,保护好大亚湾海洋生物资源。为此,选用海水COD浓度做为限制因子,运用H表达式,得出在1995~2010年间,当 $E_s = 14\%$ 时, H值最大。也即在该时段内,区域工业发展速度保持在年均递增14%左右,则可取得最佳的生态-经济综合效益。

# 天津旧城改造生活质量对比研究 ——人类生态比较分析与规划对策

杨志强 胡 聃

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100080)

本研究依据人类生态学原理, 从经济、环境和社会生活三个方面建立了天津旧城区生活质量评价的指标体系。基于这一指标体系, 并采用居民满意度分析方法, 选择旧城的改造重点——河北区光复道为研究点, 以总体生活质量相对较好的和平区五大道地区为对比点进行生活质量的问卷调查剖析旧城区居民生活质量的主要问题, 探讨天津旧城改造与重建中生活质量调控性规划指标, 提出旧城改造与重建的对策性建议。

通过专家咨询和地方决策部门与市民的反馈意见, 筛选针对地方的生活质量指标体系, 针对所研究的问题建立三大方面(经济、环境、社会), 六大类别的指标, 即家庭经济状况, 家庭居住状况, 生活环境或景观状况、土地利用状况、社会服务状况、居民对旧城生活的直观感受与生活方式。为符合统计分析要求, 各点上散发调查表400份。同时, 考虑被调查的居民的年龄、职业等因素, 问卷回收率达94%。问卷调查主要基于常住居民对生活质量现状的感受(满意程度或抱怨水平), 它直接反映市民对旧城区生活质量的反馈意见, 便于为旧城的生态改造与规划提供目标与依据。

通过生活质量的比较分析, 我们全面地了解了旧城区传统规划模式所带来的多方面生活质量问题。基于对旧城生活质量状况的比较评价分析, 结合与京津地区地方政府部门和有关专家的讨论咨询, 提出一些重要的生活质量调控性规划指标, 包括: (1) 居民经济福利如物价稳定性指数、个人最低生活收线, 人均收入, 家庭食物支出比例; (2) 社会服务状况涉及人口密度(包括流动人口、常住人口), 人口搬迁率, 交通事故率, 社会犯罪率, 基础设施完善程度, 人均居住面积, 家庭电话普及率, 水电气暖普及率, 就业率, 平均上下班时间(平均上班距离), 产品优质率, 服务产业多样性; (3) 环境与景观健康包括景观视野多样性, 景观美感满意度(包括历史文化、标识、自然山水景观), 人均公共绿地(或人均开放活动空间面积), 容积率, 建筑密度, 交通密度, 环境清洁度, 火灾频率。为制定天津旧城改造与重建的生活质量规划或建设目标提供依据。

根据人类生态比较分析的结果, 转型期的旧城改造与重建规划的行动步伐尚待加快。未来旧城改造与重建计划在改善城市生活质量方面应注意如下规划对策: (1) 解决环境噪声、垃圾、尘埃和城市有害生物等影响生活环境状况的主要问题; (2) 改进旧城视觉景观、原有建筑布局的重新规划、扩大绿化覆盖、增加开放活动空间或场所、完善和普及住宅水、暖、气; (3) 软与硬设施的同步建设, 强化医疗、教育和商业的职业技术培训、增进职工服务素质; 扩大商业服务、文娱设施的数量、容量与服务类型, 调整市政交通和文娱设施的原有布局, 提高其运转效率, 建立服务产业的科学化管理; (4) 以土地利用功能格局的调整



性规化为核心,协调商业、医疗、教育、交通、文娱等诸方面的城市生活;(5)注重倡导都市生态型生活方式,改变传统的,尤其是西方式生活价值观和消费方式,树立质朴化、自然化的城市休闲意识;(6)将居民生活质量规化作为城市发展与建设规划的组成部分,制定生活质量调控性规划指标与等级标准。

## 开发区发展理论与对策探讨

黄主榕

(福州经济技术开发区环保局,福州 350015)

十一届三中全会以来,改革开放浪潮在神州大地迅速掀起,以解放和发展社会生产力为特征,充满生机活力的社会主义商品经济的新机制逐步形成,为了迅速发展经济,引进外资,神州大地创办特区和各种形式的经济技术开发区、外商投资区、高科技园区等,其成片土地开发形成规模大、结构复杂、发展快、影响深等特点,对促进我国国民经济持续稳定发展起了积极作用。为了促进开发区持续健康的发展,在取得科技、经济、社会、环境的整体综合最佳成就的同时,协调经济、社会、人口、资源持续发展的关系,这是开发区成功发展的必然选择,为此探讨开发区持续发展理论与对策问题,具有理论导向和实际应用价值。

### 1. 开发区规划建设的原则

#### 1.1 开发区是改革开放的有机整体

成片土地开发都应成为科技、经济、社会、环境的区域综合体,开发区建设与发展是多系统、多要素、多功能的复合生态环境工程体系,并由整体性、系统性、有序性、差异性构成,阐述各特性之间的因子、要素、功能及其相互间的关系,是构成有机整体的先决条件。

#### 1.2 开发区发展的规律

科技是第一生产力,坚持以科技兴区为核心,是确保开发区经济持续发展的先决条件,通过描绘以科技为中心,协调科技、经济、社会四者关系规律图,并说明各范畴之间的内在联系和制约因素,促进开发区按持续发展的规律运行。

#### 1.3 开发区持续发展的功能

开发区持续发展是由有机整体、环境资源和信息调节反馈三大功能组成,通过经济、科技、社会、生态环境范畴,描述三大功能的性质相互之间关系及变化规律,实现三者之间的统一,以达到持续发展的目的。

### 2. 开发区持续发展的战略

#### 2.1 开发区持续发展的机制

开发区的持续发展必须在特定条件下遵循开发区是有机整体这一原则,按照事物发展的客观规律,协调三大功能间的关系,创造持续发展条件。由于可持续发展机制是由有机整

体、动力、调控、可持续发展等功能构成,描述各功能间的性质及内在联系,按照持续发展机制运行是实现开发区发展战略的先决条件。

### 2.2 开发区持续发展的模式

通过经济、社会、资源、环境范畴,描绘开发区可持续发展模式图,根据开发区发展战略,描述范畴间的关系,按照持续发展模式进一步优化结构,完善功能间关系,形成良性循环的运行机制。

### 2.3 开发区持续发展机理

开发区开发建设中需要大量的物资交换和流动,在物资交换过程中通过物资流动→能量交换→区域代谢的无限循环过程,即从质变→量变过程,都应以环境容量和生态承载力作为宏观调控指标,即在制约限度内加以调控,在持续发展机制下运行,才能加快经济发展步伐。

### 3. 开发区持续发展对策和措施

- 3.1. 建立经济、社会、环境持续发展的体系。
- 3.2. 推行节约型的成片土地开发战略。
- 3.3. 大力发展技术密集型的工业体系。
- 3.4. 用规划指导开发区持续发展战略。

## 天津城市绿地系统动态特征分析

胡 聃

(中科院生态环境研究中心,北京 100080)

本研究分析了天津市区绿地系统历史演替的基本轮廓和天津市区绿地系统组份的构成特征以及空间格局。进一步研究了市区绿地景观的时间动态特征,探讨了现行绿地系统演化中的基本生态问题。

### 1. 天津市区绿地分布特点:

天津市绿地系统的树种构成包括各种乔木、灌木和藤木,分属于63科和187种,其中最常见有50种,重要的园林树木有25种(包括基调树和骨干树种),基调树5种。市区在建国初期仅有园林树木13.50万株,到88年达到636.33万株,在此期间,草皮面积也从29.99公顷上升到205.22公顷。这些树木和草皮的分布很不均匀,从市内六区分布来看,园林树木分布密度最低的是和平区,最多的是和东区,而且和平区同其它五区的差距很大,这一方面是各区土地面积差异造成的,但更重要的反映了绿化树木的分布特点,即城周树木分布密度比市中心大得多。

城市绿化覆盖一直处于低水平。1949 市区园林绿化面积仅129.83公顷,绿化覆盖率仅0.85%。七十年代绿化覆盖一直在990—1050公顷间波动,覆盖率一直在7%以下,八十年代重新开始重视城市绿化,使绿化覆盖保持上升趋势,1988年园林绿化总面积达1615.43公顷,



绿化覆盖上升到14.29%。

从横向看,天津城市绿化覆盖水平在全国也处于很低水平,1988年园林绿化覆盖面积居全国十大城市之末,绿化覆盖率也居最后一位,而且同其它城市相比差距甚大。

## 2. 公共绿地动态

天津市区公共绿地1949年只有66.81公顷。公共绿地变化特点与市区园林绿化面积变化具有相似趋势。50年代到60年代初是大幅度上升时期,1961年已达533.70公顷。70年代起伏较大,到79年仅为503.42公顷。近十年来,公共绿地面积又开始回升,88年达到746.59公顷。人均公共绿地指标来看,1949年为 $0.37\text{m}^2/\text{人}$ ,61年达 $1.85\text{m}^2/\text{人}$ ,到70年代末一直未超过这一水平,经过近十年的建设,88年公共绿地面积达 $2.08\text{m}^2/\text{人}$ 。

公园绿地过去在公共绿地中比重一直很高,公园数目多,但公园绿地绝对数值小。1949年公园绿地占公共绿地比重为98.82%,公园数目为8个,到1988年,公园绿地比重仍有66.98%,公园数目发展到104个。公园游览频率1982年为15.34万人次/公园·年,到1988年上升到36.28万人次/公园·年。

从各类型绿地发展趋势来看,公共绿地在80年代初期曾一度下降且低于生产绿地,近几年又回升,88年达到746.59公顷。

## 3. 现存的生态问题

3.1 天津城市绿化的自然环境条件有二个限制:一是土壤盐碱限制;二是工业发展造成的环境污染。城市污染也是一个严重影响绿化的因素,加强污染治理投资必须与加强绿化投资同步进行,以维持绿地系统的正常发展。

3.2 绿化基础薄弱,绿地构成不合理。从绿化基础看,天津市区在建国初期仅有树木2万株,公园6处,总面积49.9公顷,人均公共绿地才 $0.28\text{m}^2$ 。40年后的今天,公共绿地虽增长近十倍,绿化树木增加到几百万株,但真正完整而健全的市区绿地系统并未建立起来,尤其是绿地系统内部构成极不合理。

城市发展规划中对绿地的忽视,居民区绿地甚少,在老城区人均公共绿地不足 $0.5\text{m}^2/\text{人}$ ,新建居民区公共绿地也才 $1\text{m}^2/\text{人}$ 左右。在工厂、院校、机关等单位,绿地就更小,导致了专用绿地同公共绿地发展的极不平衡(从前面分析中容易看出)。

# 浦东开发建设中应注重的生态原则

朱 斌

(上海市外高桥保税区管理委员会规划建设处,上海市 200000)

浦东开发作为本世纪中国最大的区域开发建设工程,经历了五年的时间,在经济和社会方面取得了巨大的效益。浦东开发是一项系统工程,是人类利用自然、改造自然的过程,也是人和自然(环境)协调发展的过程。因此在这一区域开发的过程中,生态效益也应是整个开发过程中的重要组成内容。本文通过对浦东开发五年来的建设过程,特别是部分功能小

区的开发过程中的区域规划、土地利用价值、景观和人口变迁、水资源利用和环境保护等内容的分析,指出城市开发,特别是大规模的区域开发,不仅要注重经济和社会效益,更应注重生态效益,以保持社会的持续性发展。种群生态、群落生态、物种多样性、食物链、能量生态等诸多生态学原理和生态原则是城市生态的基础理论,也是城市开发过程中应当遵守的自然规律,环境容量更是开发限度的标志。因此针对浦东开发五年的实际情况,提出了适度开发和循序渐进、完善和补充环境规划、建立符合生态原则的多层次的绿地系统,建立结构合理的人力资源、严格控制工业生产对环境的污染以及增加改善环境的资金投入等生态对策。

## 论旅游生态和生态旅游

韩也良

(安徽师范大学生态环境研究室,芜湖 241000)

十一届三中全会以后,由于方针政策的转变,我国才提出开放和发展旅游,但因经验不足和种种历史原因,几乎全国所有的旅游区都存在着各式各样的、程度不同的生态环境问题。为此笔者从八十年代初期即开始关注这方面的问题,并呼吁“保护旅游环境,研究旅游生态”。随后北京《旅游论丛》于1986年第2期发表了本人的“创建旅游生态学,开展旅游生态研究”的拙作,披露了我的初衷和基本思想。

当时,经过在国内较为广泛的考察,就旅游生态环境问题的表现和原因,概括为“四害”。即:1. 历史性摧残的灾害,2. 破坏性建设的损害,3. 旅游性污染危害,4. 群众性观光公害。研究旅游生态,笔者认为不能只从消极方面着眼,更要从积极方面入手。我们不仅要研究旅游区的环境保护问题,消除旅游区的生态环境灾害;更要为健康地、持续地发展旅游,合理地开发建设和经营管理旅游区及旅游业开展研究,找出规律,提出理论指导。其研究领域是十分广泛的,首先应包括如下五方面的研究。1. 旅游景观生态研究,2. 旅游经济生态研究,3. 旅游污染生态研究,4. 旅游行为生态研究,5. 旅游系统生态的研究。现在有人将旅游生态学的研究只当做是旅游区的生态环境的研究,这是极不全面的。因为旅游是在一定社会经济条件下形成的人们的一种特殊的生活和活动,是一种特定的社会经济现象。他的活动和影响绝不仅仅局限于旅游区。旅游区固然往往是旅游者的目的地,是旅游者观光游览活动的重要集散地,但是旅游整个过程经历的空间领域却非常大。不过旅游区确实是目前需要侧重研究的领域。只是旅游区,那怕只是风景旅游区的生态研究,其范畴和内容也是很广泛的,也绝不仅仅是生态环境一个方面。例如,我们要研究总体环境中各环境因素的和谐统一,人与环境的谐和,经济开发与生态环境的协调发展、人与人的和谐协调等等。从这些关系的研究中我深切地领会和加深了对大生态观念的认识,以及这一观念的重要意义。

笔者于八十年代中期就提出开发生态旅游区,开展生态专项旅游。1986年安徽进行“两峰”(指清凉峰与牯牛降两处自然保护区)考察,考察结束后我即发表了“以‘两峰’为基



点建设徽州生态旅游区”一文,提出这是从长远利益和综合效益考虑而必须走的道路。他一方面可保护和提高旅游区的环境质量,适应现代游客的心理需要,另一方面生态旅游区有特定的生态的旅游观赏内容,适应当前旅游向多样化发展的方向。

近年,生态旅游已在国内外逐步兴起。但目前的生态旅游只是宣传保护生态环境,游人向往回归自然。国外的有些游人,还参与拣拾垃圾等等。这当然是很好的开端,但旅游应该有深层次文化内涵的愉悦性的活动。为此,我们大力主张生态旅游除有较完美的自然和良好的环境外,还必须有较丰富的有关生态学内容的旅游项目和产品,可供观赏、游玩、参与以至品尝或购买。只有这样才是名副其实的生态旅游,生态旅游才有其内在的生命力。

## 具固氮茎瘤的长喙田菁 (*Sesbania rostrata*) 作为铅锌矿尾矿地先锋植物的研究<sup>①</sup>

杨中艺 袁剑刚 李美云 辛国荣 蓝崇钰 张宏达 黄铭洪\*

(中山大学, 广州 510275)

铅锌矿采矿活动造成了大面积的尾矿废弃地,往往是重要污染源。由于尾矿的物理结构不良,同时,其贫养、高盐分、高重金属含量等性质也使绝大多数植物难以正常生长。长喙田菁是起源于西非的豆科植物,该种与 *Azorhizobium caulinodans* 共生,不仅能够形成固氮根瘤,而且能够在茎上形成大量高固氮活性的茎瘤。

本研究的目的是探讨长喙田菁在纯铅锌矿尾矿及改良的铅锌矿尾矿中的发芽、生长、结瘤以及氮积累的能力,并比较了长喙田菁和普通田菁 (*Sesbania cannabina*) 对铅、锌、铜等重金属的抗性,主要结果如下:

1. 长喙田菁在纯尾矿 (T)、纯红壤 (S)、以及60%尾矿+40%红壤 (TS) 的栽培介质中其发芽率,无显著差异。播后40天的长喙田菁幼苗的植高和生物量在 T 和 TS 处理间无显著差异,但在 T 和 S 处理间表现出 ( $P < 50\%$  水平上的) 显著差异;

2. 在纯尾矿中施入 N、P、K 无机肥未能显著改善长喙田菁的生长和结瘤,但如果加入15%的淤泥或15%的生活垃圾均分别显著地促进了长喙田菁的生长和结瘤;

3. 在位于广东韶关凡口的大型铅锌矿的尾矿地进行的实地栽培试验结果表明,长喙田菁不仅能够尾矿中生长和结瘤,而且能够开花结果,完成生活史。播后70天的长喙田菁在尾矿中的干物质产量和氮积累量分别达到了3200kg/ha 和61.6kg/ha;

4. 长喙田菁对铅和铜具有比普通田菁更强的抗性,对锌的抗性则几乎相等。每株长喙田菁在上述三种重金属浓度均达到  $EC_{50}$  (以种子根伸长为指标) 时仍能形成15根侧根。

<sup>①</sup> 本项目为广东省科委基金和国家自然科学基金资助项目

\* 香港浸会大学、香港九龙

# 上海老港废弃物处置场的复垦研究

戚仁海

(华东师范大学环境科学系, 上海 200062)

垃圾填埋工艺完成后,复垦是改善填埋场环境和经济利用的有效途径。老港废弃物处置场是目前上海最大的垃圾填埋场,填埋面积245ha,容积 $1.04 \times 10^6 \text{m}^3$ ,处置垃圾量为6000t/d。

处置场位于东海海滨的堆积海岸,生活垃圾经填埋,压实后,最终用吹泥法以泥浆覆盖,由于泥浆取自当地海滩沙土,其机械组成为重壤土,故其土壤结构性差,透气、透水性能不良;pH值在8以上,呈弱碱性,盐份含量较高,泛盐现象时有发生;土壤肥力不佳,表层30cm以上土壤有机质平均含量为1.6%,经测定其土壤的氧化还原电位为390mv,由于填埋已近两年,故受到垃圾分解所产生的甲烷和硫化物的毒害不甚严重。

试验小区占地5亩,为89、90年填埋的垃圾,垃圾填埋完成后,上面覆以15cm厚的陈垃圾和15cm的海滩沙土。

92年初,对试验地进行平整、筑埂、开沟等工作,并分层采取土壤,测定其一些农业理化性质,试验地按常规填埋工艺覆土,不覆客土,根据当地的气候条件和土壤状况,主要选择一些能适应其土壤环境,具有一定利用价值的乡土植物,并兼顾一些对环境要求较严的投资较大的果树。试验种类包括乔木17种,灌木9种,草本5种。从成活情况看,草本植物结缕草(*Zoysia japonica*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、丝兰(*Yucca gloriosa*)等生长旺盛,灌木和乔木的生长状况因种不同而存在较大差异。二年存活率80%以上的有紫薇(*Lagerstroemia indica*)、龙柏(*Sabina chinense* cv. *Kaizuca*)、石榴(*Punica granatum*)、木槿(*Hibiscus syriacus*)、大叶黄杨(*Euonymus japonicus*)、苦竹(*Pleioblastus amarus*)。经济作物柑桔(*Citrus unshiu*)、桃(*Prunus persica*)均全部死亡,农作物油菜(*Brassica campestris* var. *oleifera*)、黄豆(*Glycine max*)、青菜(*Brassica chinensis*)等均可成活并结实。

处置场植被复垦后,其中的重金属在土壤-植物系统中的迁移情况是将来进行利用的参考依据。通过对处置场试验田土壤-植物系统中重金属含量铜为21.96ppm,锌为72.10ppm,铅为14.74ppm,镉为0.029ppm,均在该地区的土壤背景值范围之内。在土壤垂直方向上,从上到下重金属是逐渐升高,垃圾层含重金属大大高于耕作层。各土层的重金属随时间的变化而有较明显的迁移现象。重金属除铅外,铜、锌、镉在土壤和植物系统中的含量表现出一定的相关,铅的分布则可能受垃圾运输车尾气的影响。由于目前植物根系尚未达到耕作层以下,故耕作层以下的土壤重金属对植物影响不大。不同植物对重金属的累积系数不同,在分析的几种植物中,黑麦草对四种元素的累积系数较大(铜为3.82,锌为4.64,铅为0.42,镉为8.87)。从所测的8种植物中,重金属元素铜的积累率小于1,其它三种元素铜、



锌、镉在植物中积累率均大于1，即存在富集现象。

参照土壤重金属临界含量标准及食品卫生标准，填埋场垃圾层中的铜、锌、镉大于临界值。铅在临界值以下。覆土层中重金属含量大多在食品卫生标准允许范围内，唯有可食植物黄豆、青菜、油菜中的铅含量超标。

草本植物可作为填埋场复垦的先期植物，目前城市草皮的需要量也较大，种植草皮既可迅速改善环境，又可获得经济效益。在土壤得到一定改善后，可种植一些乔灌木种类。种植可食性植物须严格检验。

## 城市生活垃圾中酞酸酯的微生物降解

顾宗濂 谢思琴 周德智 苏瑞安\* 丛莉\*

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

随着人们日常生活中塑料用量日益增多，垃圾中废塑料数量越来越多，从而使增塑剂——酞酸酯类化合物 (PAEs) 成为生活垃圾中有机化学物的主要成分。GC/MS (色谱——质谱联用仪) 检测表明，经高温发酵的垃圾堆肥 (上海安亭垃圾堆肥厂取样) 主要含酞酸二丁酯 (DBP 或 DNBP) 和酞酸二异辛酯 (DOP)，含量分别达10和20g/t 垃圾，而自然腐熟的垃圾堆肥 (南京高桥门垃圾堆放场取样)，除含这二种酞酸酯外，还含有酞酸二乙酯 (DEP)、酞酸二异丁酯 (DIBP)，四者含量为4.27—9.98g/t 垃圾。按此含量估算，全国垃圾堆放场垃圾中酞酸酯含量约为2.5—6.0万t。因此，当考虑将城市生活垃圾资源化为有机堆肥使用于农田时，除应关注其中的重金属外，还应对其主要残留有机化合物——酞酸酯类化合物对环境污染的影响给予足够的重视。因为，酞酸酯有致突变和致畸胎的危险，被美国国家环保局列为优先监测项目。与通常消减环境中残留有机化合物的途径一样，垃圾或垃圾堆肥中残留酞酸酯的消减，依然需要通过微生物降解的途径。

我们在以 DBP 和 DOP 为唯一能源的 Tonomura 矿质培养基上，分离筛选出4株长势良好的菌株。其中2株为细菌，为不动杆菌属 (*Acinetobacter* sp. No. 20) 和黄单孢菌属 (*Xanthomonas* sp. No. 40)；2株为真菌，为镰孢属 (*Fusarium* sp. No. 10) 和酵母属 (*Saccharomyces* sp. No. 30)。

在纯培养条件下，当培养液内酞酸酯达到中、高浓度 (25、50 $\mu$ g/ml) 水平时，4株分离菌除40号菌表现异常外，余者降解能力表现差异不大，降解率在72—77%之间；4株分离菌的混合培养物比单菌的降解率约高10%，达到80—87%，表明混合菌具有协同降解化合物的优势。

酞酸酯的浓度对菌的降解能力有显著的影响。无论 DBP、DOP，当它们在酞酸酯混合液中组分浓度低于2.5 $\mu$ g/ml (酞酸酯浓度为5 $\mu$ g/ml) 时，各单菌和混合菌的降解率均最低，表

\* 南京农业大学自然资源与环境科学系，南京 210014

明当碳源(酞酸酯)不足时,菌的生长受限,降解率必然低下;当酞酸酯混合液中DBP、DOP组分浓度高至 $12.5\mu\text{g/ml}$ (酞酸酯浓度为 $25\mu\text{g/ml}$ ),各单菌和混合菌的降解率均大为提高,表明当碳源浓度能满足菌生长需要时,降解得以顺利进行;但当酞酸酯混合液中DBP、DOP组分浓度高至 $25\mu\text{g/ml}$ (酞酸酯浓度 $50\mu\text{g/ml}$ )时,各单菌和混合菌对DOP的降解仍可进行,而对DBP的降解已开始受阻,降解率下降,开始显示化合物的高浓度对菌生长的抑制影响。

将分离菌回接到含酞酸酯的垃圾堆肥中,检验其降解酞酸酯的能力,是鉴定菌能否消减垃圾中酞酸酯的关键。结果是肯定的。除30号菌株外,各单菌和混合菌对垃圾堆肥中酞酸酯均表现出一定的降解能力。在CK酞酸酯含量为 $190\mu\text{g/ml}$ 堆肥的水平下,单菌降解率为 $10-72\%$ ,混合菌降解率为 $69\%$ ;在单菌中以20号菌的降解能力表现最佳,降解率达到 $72\%$ 。

## 再论建立人和自然关系的新观念

王丰年

(中科院生态环境研究中心,北京 100080)

人类行为的失误引起日益恶化的人和自然关系的不协调,而人类行为失误的根源又与人的观念有关系。因此,必须破除不利于协调和自然关系的旧观念,建立新型的人对自然的观念。

1. 破除单纯征服自然而不计后果的观念,建立人和自然和谐统一的新观念。征服自然曾经起过重大历史作用,鼓舞人们向自然争取自由,但是,如果过高地估计人的主观能动性,特别是不计人们活动的后果,则不利于人和自然关系的协调。

从认识和利用自然规律的意义上看,征服自然是不实际的。“在天文、地质及其他某些类似的过程中,人们即使认识了它们的发展规律,也确实无力影响它们。”<sup>①</sup>从系统论的角度分析,人类社会是一个开放系统,而自然是人类社会这个系统的环境。如果把人类和自然对立起来,就会削弱甚至割断人类和自然的能量、信息交换,使各要素之间的协调能力削弱,导致人类社会系统的紊乱和解体。从整体和部分的关系来看,人类是无限发展的自然的一部分,是物质形态无限演化长链中的一个环节。征服自然违背了人类对自然的从属性,必然导致人和自然的分离。

2. 破除人类中心论,建立人和自然的平等观。人类中心论受到了越来越大的冲击,冲击主要来自两方面,一方面是一些哲学家、生态学家、人类学家寻求人和自然的统一,另一方面是自然科学的发展使人在自然中的地位发生了变化,其中对人类中心论冲击最大的是自然科学的发展提出了许多人类中心论无法解释的事实。

人类中心论面临当代天文观测的挑战。虽然太阳是太阳系的中心,但是,并不是宇宙的中心。因此,以地球是宇宙中心为依据的人类中心论是不能成立的。人类中心论还面临着现

<sup>①</sup> 斯大林:《苏联社会主义经济问题》,第2页,人民出版社,1964年出版。



代宇宙学的挑战。现代宇宙学在宇宙的结构、演化、无限性、统一性问题上的研究成果,对传统的地球优越论,人类优越论提出了疑议。大数假说和人的宇宙原理表明人的产生不仅具有必然性,而且在一定意义上也具有偶然性。人类中心论还面临系统论的挑战。生物系统在发展过程中,经过临界点后,处在哪个稳定分支上具有随机性。虽然事物的发展是有规律的,但是,并不一定按照设想的模式前进。生物进化是必然性和偶然性的统一,体现了统计决定论的作用范围的扩大。长期以来,人类对自己的前途充满乐观精神,并为实现美好的善良愿望孜孜不倦的追求。勿庸置疑,人类中心论对社会文明的发展超过巨大的促进作用。但是,当代自然科学的发展表明人类中心论也带来了生态平衡的破坏,导致了人的自然性的泯灭等消极影响。

3. 反对拜金主义,建立生态效益和经济效益的统一观。将生态目标纳入经济规划,对生产进行审慎的生态布局。生产布局是人和自然物质交换的枢纽。既反映了人类向自然索取的基本态势,又反映了人类向自然排放污染的总和。实践表明,日益严重的污染,自然资源的不合理利用,生态平衡的被破坏都和生态布局的不合理有直接关系。因此,对经济发展进行合理的生态布局是协调人和自然关系的重要措施。

## 社会可持续发展综合实验区 ——21世纪中国生态建设的示范研究

王如松 唐鸿寿

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100080)

当前,我国经济蓬勃发展,城乡一片生机。但伴随而来的资源、环境及人类生态问题却也令人担忧。怎样辩识、模拟和调控好眼前和长远、局部与整体、效益与效率、环境与发展以及人与自然间复杂的生态冲突关系,促进一种持续、稳定、健康的综合发展,社会对科学工作者寄予厚望。

为此,国家科委、计委和体改委于1992年决定在全国范围内开展建设以科技为先导,以可持续发展为目标的社会发展综合实验区,探索依靠科技进步促进社区发展和生态建设的新途径。目前全国已有60余个省级实验区,其中18个已被批准为国家级实验区。这些实验区社会经济建设蓬勃发展,人的精神面貌大大改观,环境生态建设焕然一新,引起许多国际组织、学术团体和国际友人的普遍关注,一些可持续发展国际合作项目正逐渐在部分实验区展开。

社会发展综合实验区的宗旨是以可持续发展为目标,通过科学技术的引导和催化,在生产力、生产关系、生活质量、生命素质和生态秩序五个方面进行综合规划,超前建设和典型示范,促进资源的综合利用,环境的综合整治和人的综合发展,解决制约和影响实验区社会和经济协调发展的瓶颈问题,在确保经济高速健康发展的同时,促进实验区社会与环境事业的系统、综合和协调发展。

可持续发展的实质是时、空、量、序四层次上的系统发展。发展的英文名词是‘Development’，指一种渐近的有序的系统发育和功能完善过程。其发展的目标是由人口、资源、环境组成的人类生态系统。其科学问题的实质可分三个层次：一是认识论层次，如何去揭示系统的动力学机制与控制论规律，如何去辩证系统的结构、功能与过程；二是方法论层次，如何测度系统的复杂性、多样性和可持续性，如何评价和监督系统的技术成熟度，组织有序度及能力的胜任度；三是技术及管理层次，如何引进和推广先进实用的可持续技术，改革和建立可持续的社会经济管理体制、宏扬可持续的社区文化并培养造就一代具备较强竞争能力、共生意识和自强不息精神的新人，即开展可持续发展的生态建设。

实验区生态建设的关键在于综合，包括人类活动中社会、经济、自然复合生态关系的综合，系统的生产、生活和生态功能的综合；技术、体制、文化目标的综合；物理、事理、情理方法上的综合；工程、规划、管理、教育等手段的综合；决策者、研究者、企业家和群众在组织上的综合。

目前，各级实验区在政府推动、社会兴办和群众参与等方面开展的轰轰烈烈，但在科技引导和参与，特别是生态学家的参与方面还有待进一步加强。我们相信，有政府和群众上下两头的支持，有国内外各方面专家的参与，实验区建设一定能健康、持续地发展下去，为21世纪中国的人类生态建设提供典范模式。

## 经济发展对区域生态环境的影响及对策

杨林章 徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所，南京 210008)

### 1. 引言

农村是农业生产的基地，是农业人口居住的地域，农村生态环境的好坏直接影响到国民经济的发展和广大农民的生活，影响到人们赖以生存的环境。同样，农村生态环境还对城市和城市居民产生深刻的影响，因此，农村生态环境的破坏必然导致整个生态环境的恶化，保护农村生态环境具有十分重要的意义。

### 2. 经济发展对生态环境的影响

#### 2.1 经济发展与污染物排放

江苏省是经济发展较快的地区，自建国以来工农业总产值增加了53.6倍，其中工业总产值增加了180多倍，而农业总产值增加了近9倍。由于工业生产的发展速度快，其在国民经济中的地位也发生了根本的变化。至90年代初，工业总产值占工农业总产值的比例已提高到86.7%。位于苏南的苏锡常地区自80年代后期以来，工业产值占工农业总产值的比例逐年提高，现已接近97%，而农业产值占工农业总产值的比例逐年下降，至90年代已降至约5%。由此可见，在经济发展过程中，工业生产的速度远高于农业生产。

由于工业生产的迅速发展，工业三废一废水、废气、固体废气物的排放不断增加，仅



以苏、锡、常三市为例,1989年苏州市废水排放量为3.66亿吨,其中工业废水为2.96亿吨,占81%,每万元工业产值的废水排放为229吨。工业废水中经过处理后排放为4040万吨,处理率为28.8%。无锡、常州两市的废水排放也相当高,其废水处理率分别为34.2%和31.6%,大部分工业废水未经处理而直接排入河流或湖泊,进而引起整个水系的污染,并逐年加剧。

江苏省人口密度已从1985年的606人/平方公里升至1991年的667人,人均耕地仅有0.99亩,下降了10.8%,工业废水、二氧化硫排放逐年增加。因此,经济发展与人口的不断增加导致资源短缺与愈来愈大的环境压力,并已成为制约区域经济发展的重要因素。

## 2.2 乡镇企业与农业发展对农村生态环境的影响

江苏乡镇企业在近10多年来得到了飞速发展,其产值已占全省工农业总产值的50%左右,乡镇企业的发展无疑促进了农村经济的发展,但也不能不看到在发展过程中出现了很多新的问题。

### (1) 由于产业结构不合理,化学、有机污染物增加

乡镇工业技术水平较低,主导产业多以化学、化工、纺织、印染、造纸及其他大能耗型的企业类型,因此其污染物排放以化学、有机污染物为主。据江苏省1989年工业废水中有毒有害化学品的排放数据表明,在工业废水中,铬、砷、铅的排放量较高,酚、氰化物排放量达到了500—640吨/年,而石油类的排放量更多,达到了5300吨。因此,有机污染物、化学污染物是农村工业污染的主要来源。

### (2) 由于农村工业布局不合理,引起循环污染、多重污染

农村工业的布局大多坐落在小城镇附近,或分布于小河、小湖和小水旁边,取水、排水同在一个水源,自己污染自己,形成污染循环。同时,农村工业的污染物又经灌溉进入农田,和化肥、农药等污染一起形成多重污染,直接影响农产品的产量和质量。

### (3) 由于农村居民环境意识差,法律不健全,因而农村成为各种污染物的转嫁场所

我国广大农村,即使在一些经济发达的地区,由于人们的环境意识较差,加上控制污染的法律、法规还很不健全,或因地方保护主义而有法不依等原因,农村这一广阔的区域逐渐成为工业污染物的转嫁场所。一些重污染型工业项目在城市需大量的环保投资,因而移至乡下。此外,经济协作或办联营厂,使一些城市工业企业把污染较重的初级生产移至乡村,从而形成“产品进城,污染下乡”的现象。因而,在80年代城乡污染同步发展,现阶段形成城市工业污染基本得到控制,而农村的环境污染进一步发展、加剧。

### (4) 农用化学品的施用量增加,农村污染加重

在一些经济发达的地区,如江苏的部分地区,由于经济发展速度快,劳动力价格高,传统的精耕细作已不可能,取而代之是简易农业,或星期天农业,因而大量使用化、农药、除草剂等,使得该地区的化肥、农药的使用量大大高于全国平均水平。据江苏省的资料表明,化肥用量(以纯量计)已达到34.9公斤/亩·年,有的地方施氮量已达到400公斤/亩·年,超过需要量的一倍以上。这些农用化肥除作物吸收外,很大一部分进入水系,引起农业的面源污染,如水体富营养化、水体黑臭等,产品中有毒、有害元素的含量超标等。

### (5) 河流淤积,河床抬高,抵御灾害能力下降

江苏省境内河网稠密,水系发达,全省各类河道2600多条,湖泊290多个,江、河、湖、塘水面约17360km<sup>2</sup>,为全省土地总面积的17%。近年来,由于农村经济结构的变化,务农劳

力大量转移,河泥利用不断减少,致使河床淤积抬高,蓄水量减少,排洪受阻,抵御洪涝、旱灾的能力下降。有关数据表明,江苏省河泥贮量已达51亿吨,河流平均淤积深度达38.5厘米,深的已超过一米,严重影响蓄水与排洪。河泥养分含量较高,是天然肥料,但某些污染元素的含量较高,在使用时应注意。

### 3. 区域经济发展与生态环境建设对策

#### 3.1 开展经济与环境协调发展的综合研究,建立经济与环境协调发展的新模式

在经济发展的起步阶段,人们往往注重经济的快速增长,而这种发展往往以牺牲资源环境利益而获取的,当经济发展到一定水平时,其对环境的压力愈来愈大,环境问题逐步成为制约经济发展的重要外部因素。因此协调经济与环境的关系,进行经济与环境协调发展的综合研究是十分必要的。应在发展区域经济的同时,注重生态环境建设,建立旨在促进经济发展,保护环境的新型发展模式,使区域经济持续稳定增长。

#### 3.2 调整产业结构,搞好整体规划,实行综合管理

以乡镇企业为主的农村发展模式,往往以原材料加工、初级产品生产以及一些重污染型企业为主,其污染物排放量多而面广,给污染防治带来一定的困难。今后应在治理重污染区的前提下,逐步调整产业结构,特别是在经济开发区的建设方面,从一开始就应突出经济发展与环境保护同时实施。在管理方面应贯彻谁污染谁治理的方针,并建立区域性综合管理机构,集中权力、财力对区域内工业企业布局、规划到污染治理进行分级综合管理,达到经济与环境的协调发展。

#### 3.3 建立区域生态环境动态监测系统,及时提出防治措施

我国现有体制下,国营、集体、私营企业三头并进,各有各的主管部门,而各部门之间缺少联系,往往又自我保护、地方保护,因此出现你防治我污染的现象,给及时了解区域的生态环境质量和污染治理带来了很大的困难。建议在地方环保部门的配合下,由专门研究机构在区域内建立生态环境质量动态监测系统,及时了解在经济发展过程中生态环境的动态变化,提出防治环境污染、环境建设的有效措施,为区域经济发展规划提供宏观决策依据。

#### 3.4 强化环境保护责任制,提高环保投资强度

为了保证国家现有环保法律、法规能真正落到实处,推行环境保护责任制是十分必要的手段。国家和地方部门应分级实施环保责任制,并规定治理要求、治理期限及必要的奖惩办法,使环境保护工作真正落到实处。此外,应增加环境保护的投资,逐步形成污染、治理同步实施。

#### 3.5 科学施肥、用药,减少农业污染

应研究如何适应形势,提出简易配套的农业耕作、管理措施,包括建立科学施肥的技术体系,实施种植制度改革,进行新型肥料(包括河泥肥料)的研制工作。并在一些经济较发达的地区建立基本农田保护区、水源保护区,在保护区内必须严格控制化肥、农药和除草剂的使用量,以减少农业污染。

总之,经济发展是一个国家或地区追求的总目标,而环境则是人类赖以生存的基本条件。1992年在巴西召开了人类历史上第一次全球首脑会议—环境与发展大会,期间确立了环境与发展是21世纪各国必须共同遵守的原则,必须做到经济与环境协调发展,否则人类赖以生存的环境将受到严重的威胁。因此,作为我国经济较发达的苏南地区及一些沿海经济



区，也应在考虑经济发展的同时把环境建设提上议事日程，以达到区域经济的持续稳步发展。

## 影响芳香樟工业原料林产量的生态因子研究

陈登雄

(福建林学院林学系，福州 353001)

芳香樟是香樟的一种化学类型，其根、茎、叶均可生产芳樟油，主要成分芳香醇是许多高贵香料的主要原料。但是，长期掠夺式利用芳香樟资源，使得芳香醇产量枯竭现象日趋严重。国内目前所建立的少量芳香樟工业原料林，由于经营不善，林分产量均不高，芳香醇质量也不好。现行评价芳香樟工业原料林产量的指标，主要有枝叶含油率（简称含油率）、粗油芳香醇含量（简称含醇量）、一年生枝叶可供采摘蒸的生物量（简称年采摘生物量）。本研究旨在阐明影响芳香樟工业原料林产量的生态因子（如土壤、地形）的作用，以解决生产实践中存在的问题。

本研究在福建省建阳县香料香精厂工业原料林中建立15m×15m标准地，根据对角线法选择5株芳香樟作为调查标准株，每株实测产量指标（年采摘生物量、含油率、含醇量），及有关测树因子（年龄、基径、树高、枝下高、冠幅等）。同时，测定标准地土壤养分因子——大量元素、矿质元素和微量元素及土壤有关物理性质。

1. 采用数量化理论Ⅰ对坡度、坡向、坡位、土壤质地与芳香樟含油率和含醇量的关系进行分析。可知，影响含油率的立地因子排序为：坡位>坡度>土壤质地>坡向；影响含醇量的立地因子排序为：坡位>坡向>坡度>土壤质地。而且，4个立地因子的Ti值均大于2，表明各立地因子均为影响芳香樟工业原料含油率和含醇量的重要因子，并以坡位因子为最主要影响因子。

2. 采用逐步回归法，对芳香樟单株年采摘生物量的研究表明：对年采摘生物量有显著影响的因子有基径、冠幅、枝下高，并根据一定的人选值得回归方程：

$$Y_{\text{年采摘生物量}} = -0.4945 + 0.43954X_{\text{基径}} + 2.64835X_{\text{冠幅}} - 0.03946X_{\text{枝下高}}$$

3. 采用逐步回归法，分析土壤中大量元素芳香樟年采摘生物量影响。分析表明土壤中全磷、速效磷含量对芳香樟后采摘生物量有显著影响且均为正相关，并有回归方程：

$$Y_{\text{年采摘生物量}} = -622.5007 + 2968.7500X_{\text{全磷}} + 137.2924X_{\text{速磷}}$$

4. 采用相关分析，双重筛选逐步回归，对土壤中矿质元素、微量元素和含油率、含醇量关系进行分析。结果表明速效锌、速镁钙对含油率和含醇量有显著影响，其中速效锌对两者均为负相关，速效钙对两者均为正相关，并有回归方程：

$$Y_{\text{含油率}} = 2.04709 - 9.41295X_{\text{速锌}} + 1.88851X_{\text{速钙}}$$

$$Y_{\text{含醇量}} = 101.05290 - 312.25940X_{\text{速锌}}$$

5. 根据相关分析双重筛选逐步回归分析的结果，土壤中其它因子对含油率和含醇量有

显著影响的是有机质含量、全氮含量及容重因子。其中有机质含量和含油量负相关，与含醇量正相关；全氮含量和含油率正相关和含醇量负相关，容重因子与含油量和含醇量均为正相关。它们之间关系是：

$$Y_{\text{含油率}} = -370.44630 - 57.35276X_{\text{有机质}} + 2033.49800X_{\text{全氮}} + 262.66900X_{\text{容重}}$$
$$Y_{\text{含醇量}} = 73.13196 + 0.83375X_{\text{有机质}} - 61.42865X_{\text{全氮}} + 0.81504X_{\text{容重}}$$

# 城市广告化及其环境与社会效应

章家恩 徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所，南京 210008)

随着城市化和经济的不断发展，广告业也迅速崛起。广告通过各种载体遍及城市的每一个角落，进入人们的生活，表现为一种强烈的“广告化”过程。广告对经济的作用愈来愈明显，但同时广告对城市环境和社会心理也会产生一定程度的影响。

## 1. 城市广告化与广告环境

广告是商品经济和社会发展到一定阶段的产物。城市是政治、经济、文化相对集中的区域，它不仅有广大的消费者，而且也是广告传播的有利场所，日益广告化已成为城市发展的一个重要标志。

广告已成为现代城市的一个重要的人文景观，遍及大街小巷，进入千家万户。广告的数量、传播媒体及影响范围极其巨大和广泛。在城市的主要街道或繁华地区，电视节目中，报刊杂志上及一些社会公关活动中，无不有广告的踪影。广告可分为声音广告、文字广告和图画广告，形成广告实物环境和广告文化环境。广告属于一种人工环境，其内容和形成一般反映人们经济活动的目的，因而具有可变性、流动性，这与自然环境是有所区别的。

## 2. 广告的环境与社会效应

广告作为一种环境要素，首先直接对人的生理心理产生影响。广告信息通过一定的光信号和声音信号，对人们的感官产生刺激。现代光波振动对神经系统的研究表明：色彩对血压、脉搏、心率肌肉等都有影响。同时，由于人类历史的长期积淀，会使人们对色彩形成某种心理上、习惯上的联想和象征，从而左右着人们的情绪和行为。人们会常常因受到不适当的光和颜色的刺激而产生精神不安、心情烦乱甚至心理机能失调引起的各种疾病。

实物广告对城市环境有一定的影响。广告多出现在车站码头，建筑物或交通工具（“流动广告”）上，如果设置不当，不但会影响交通，增加拥挤，而且还会破坏周围环境的整体美和自然美。如有些招牌广告附着在建筑物上，就象一块块“补丁”一样，很不协调。一个区域具有一定的广告容量，过多的广告就会增加环境的单调性，破坏自然美，分散人们的注意力，使人们产生烦躁和不适的感觉。音响广告可增加城市的噪音。

另一方面，广告会产生明显的或潜在的社会效应。广告通常以促进营销，获得经济效益为目的，以社会的文化背景、宗教信仰、情感需要及消费心理为基础，通过各种形式激发



人们的购买和消费欲望,影响着人们的消费心态和消费行为。粗制滥造的、虚假的乃至不健康的广告会诱导错误的消费观和行为,如追求名牌、超前消费、颓废消费、拜金主义等,甚至使人们的心理失衡,诱导犯罪等社会问题。

因此,在广告活动中,应注意广告的形式和内容的设计和制作以及广告区位的选择,要因地制宜,合理规划,又要考虑生态环境和社会方面的影响,保证广告和城市环境的和谐,融经济目的、美学享受与社会效益于一体,使城市环境更加美观和舒适。

## 天津城市可持续发展生态对策研究

欧阳志云 王如松 于春普 吕永龙 胡 聃

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100080)

在我国,随着经济的飞速发展,城市化进程不断加快。然而,在城市的迅速发展,人口膨胀,资源紧缺,住房、交通、绿地等基础设施不足,城市布局不合理,环境污染等严重的城市问题也在不断加剧。这些城市问题的加剧与迫切的发展需求之间形成尖锐的矛盾,严重阻碍了城市的进一步发展及城市居民生活质量的改善与提高,同时也给城市决策、规划与管理部门造成了越来越大的压力。事实证明,传统的那种头痛医头,脚痛医脚的方法已不能从根本上解决这些问题。实际上,以人类活动为主体的城市是一类社会—经济—自然的复合生态系统,这三个子系统的各个组分通过物质流、能流、信息流、资金流等生态流相互联系、相互作用,而形成一个相辅相成,相生相克的整体。因此,通过对城市内部各种生态关系的系统调节来挖掘潜力,减缓矛盾,是提高城市的可持续发展能力,实现城市社会经济持续发展的重要途径。

自1987年10月起,在联合国教科文组织协调下,与德国城市科学家合作开展了“天津城市可持续发展的生态对策研究”。在研究中,运用复合生态系统及生态建设理论,灵敏度模型,泛目标生态规划等的理论与方法对天津城市生态系统结构、功能、动力学机制及控制论方法进行了系统的研究,分析天津发展的利导因子,限制因子,以及主要机会与风险,以探讨挖掘系统潜力,增强自身调控能力,开拓持续发展的综合性对策。主要研究内容包括:

(1) 城市生态系统结构、功能的辩识:以人口、资源、环境为重点分析天津城市生态系统的结构特征,辩识生产、生活与还原功能及其相互关系。在研究中,还强调城市系统关系的辩识,即系统组分的物理关系、功能关系以及人类生态关系,以明确城市系统中的关键因素,其主导因素及制约因素。

(2) 城市系统的动态模拟:在系统结构与功能组分以及系统关系辩识的基础上,建立天津城市系统主要反馈关系及启发式模型。由于整个城市系统的复杂性,对系统的整体行为模拟是十分困难的,而且往往会导致对系统行为的误解,因此,在本课题中,系统模拟的重点在城市问题分析,即以城市问题为导向,通过系统模拟,分析其产生的原因及其与相关组分和功能的关系;过程跟踪,模拟与仿真城市系统主要生态过程或生态流的动力学特

征；以及政策试验，即通过调节改变系统组分，观察系统行为的反应。

(3) 调控对策：根据系统的辩识与模拟的结果与结论，提出了一系列促进天津城市可持续发展的生态工程、生态规划与生态管理的对策。

(4) 城市发展决策支持系统：建立了城市发展决策支持系统，它不仅是本课题的研究的系统集成。可为天津城市规划与管理者提供决策支持，而且还能为其它发展中的城市提供框架。

## 生态旅游与生态道德教育

周 鸿

(云南大学，昆明 650204)

“生态旅游”是近年来兴起的一项旅游产业。一般是指目前越来越多的游客更愿意到大自然中游玩，而不是传统的城市或海滨度假。但是，随着旅游业对自然环境的日益严重的影响，生态旅游应有新的生态学内涵。

生态旅游应作为一种可持续发展的旅游，这种旅游不应以牺牲环境为代价，而应以自然相和谐，并且必须使当代人享受旅游的自然景观与人文景观的机会与后代人相平等。

在我国，旅游业成为发展最快的产业之一。1994年，我国旅游业直接经济产出达1655亿元，占国民生产总值的3.78%，其中，国内旅游人数达5.24亿人次，收入1023.5亿元。而且随着人民生活水平的提高和双休日的实行，城市及人口密集区旅游人数呈迅速增长的趋势。以云南省为例，1986年至1994年9年中，国内旅游人数共9472万人次，仅1994年1年，就达1487万人次。预计到2000年，将达2000万人次。

应该看到，在我们这么一个人口众多，国民生态意识较薄弱，生态道德尚未形成普遍的社会风尚的国家，除了政府决策部门对旅游业活动对环境的影响：包括土地、空气污染、噪音，以及游客产生的污水和固体废物等，进行综合评价以确定旅游业的发展适度和强度以外，生态旅游中的生态道德教育体系的建立也是一项非常重要的工作。

据我们在云南省的一些旅游景点的调查，不少人对旅游区环境缺乏保护意识，将近80%的游客把用过的易拉罐、塑料瓶、塑料袋、废纸废物随地乱扔。虽然一些风景区和公园设有各式各样的垃圾箱，却很少有人把废物扔进去。在云南旅游的外国游客为中国游客收拣垃圾的事已屡见不鲜。笔者曾对1500多名不同专业的大学本科生进行过抽样调查，在回答：“你旅游时用过的塑料袋、废纸等，是否扔入垃圾箱内？”90%的人回答是：“随地扔了。”云南省有50多个高原湖泊，都是旅游胜地。游客们扔进水体中的固体废物比比皆是，目前又缺乏清除技术。而在各旅游点，几乎没有设立宣传生态意识的宣传栏，导游先生和小姐们的导游词，也几乎没有触及生态道德教育的问题。而且，他们当中大多数人均未受过生态道德教育。由于游客的生态意识淡薄，破坏自然景观和人文景观的事件常有发生，甚至发生了筇竹寺华严阁等寺院因“敬香”失火而毁之一旦的事件。



因此,在我国倡导生态旅游,首先要使各级旅游部门认识可持续发展的旅游,才能长期获得生态效益和经济效益。既不愧对祖先,又不负有后人。在我国倡导和发展生态旅游,就要充分利用生态旅游这个最直接和最生动的大课堂,对广大游客进行生动形象的生态道德教育。为了旅游事业的可持续发展,首先必须在全国的旅游行业实行生态培训,建立生态道德教育的旅游体系,以宣传教育为主,大力倡导生态善恶观、生态良心、生态正义和生态义务。变“每一个人都是污染源”为“每一个人都是环境保护的卫士”。

## 浅议改进城市持续发展规划技术的若干思路

于春普

(首规委办勘察设计管理处,北京 100045)

持续发展是城市规划的一项永恒的话题,也是城市规划的一个重要的目标。

城市规划是在法律上确定的政府实行城市发展控制和管理主要手段。所以它的科学性和现实可行性对于城市可持续发展尤为重要。传统的城市规划理论与方法,对于一个城市的建设仍是行之有效的,但就编制的方法来说,还是凭规划者主观地判别,粗略的估计,尽管这些经验是可贵的,但方法论研究的不足,加之其内容也没跳出城市建设的圈子,对于完成城市经济、社会、环境的协调持续发展为目标的规划,就显得很无力。城市规划和管理自身的不完善,一方面可能会造成城市发展的无序和总体的不经济;另一方面也可能会造成城市发展的阻碍,而使城市发展丧失机会。

针对目前城市规划的现状,笔者提出以下改进的思路:

——扩充研究的内容,研究城市发展的动力学机制。从城市在区域中的作用出发,结合城市化途径,包括农村剩余劳动力转移等的研究,对城市可持续发展经济结构变化进行分析和预测,使之能与城市空间结构的发展有机的结合;

——改进规划的方法。新方法要着眼于调节城市系统功能,提高系统自我调控能力,通过各种技术的、行政的、经济的、法制的手段,达到系统的高效率、协调共生和持续发展。建立这种方法,除了传统规划方法外,还要考虑以下几点:一是建立更广泛的规划指标体系,讨论指标间的正负反馈关系;二是根据土地区位的经济社会需求,进行以土地开发为主的土地适宜性分析,要通过土地市场分析确定不同用途土地使用的分配,同时要研究开发建设的时序,即研究规划的实施;三是要对每一个规划措施将对系统结构、功能和社会经济效益产生怎样的影响进行政策试验,由此来确定方案对整个系统的影响;

——提高城市规划的透明度。透明度高是法制化的必须,要在规划中有群众(市民、开发商和工业经营者等)参与的法定程序,把经济社会发展的信息反馈到规划中来,同时亦可把规划的意图交给群众。

——政策等软环境的改善要纳入到规划中。特别是市场经济的发展,市场机制的作用,将是制定政策的重要考虑依据。如人口政策、土地政策、能源政策,以及市政基础设施的有

偿使用政策,也包括对规划方案采取招投标的办法等。软环境将是城市经济的运行,城市规划的实施走上良性循环的必要保证。同时,政策研究也是城市管理的依据,管理是持续发展的重要措施之一。

规划中要将计算机应用尽快实用化。一定要把城市规划信息系统建立起来,着眼于计算机人工智能的开发,成为城市发展决策的手段和工具,提高城市规划的技术水平。

# 生态风险评价方法及其 在城市生态研究中的应用

师玉英

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100080)

风险评价的思想,早在本世纪初就已产生了,这在 willett 1901,《The Economic Theory of Risk and Insurance》一书中就有体现,但这些研究多是基于投资风险和财产保险的考虑而进行的,真正基于人类生存和发展的考虑,综合环境因素的风险评价研究只是在本世纪70年代末才开始的,至今已发展形成了一系列方法和模型。本文分生物个体、种群水平、生态系统和城市生态系统四个层次对这些风险评价方法作一简要介绍。

## 1. 个体水平风险评价方法

这一层次风险评价研究有机个体对环境因子影响的反应,评价方法包括商法、预测误差分析法(AEE法)和不确定性分析法,商法是运用因子调节风险值与预测值的商来度量风险大小,这是最早使用的一种方法,但其应用还存在着严重的技术局限性,AEE法对评价引起目标反应的环境因素、评价过程中的不确定性和确定风险都具有优越性,但它还是一种新方法,尚未得到广泛的应用。

## 2. 种群水平风险评价

这一层次生态风险评价基于对种群基本特征(个体数量或生物量、增长率或下降率、年龄结构、种群大小、性别组成)的分析,研究环境因子对种群生存造成的风险,其方法包括繁殖潜力模型,投影矩阵模型,个体基础模型。繁殖潜力模型在1960s以前,是可用于除渔场管理系统之外的唯一的种群动力学模型,它通过研究环境干扰因素对种群时间响应指数 $\gamma$ 的影响,分析环境对种群造成的风险。投影矩阵模型与繁殖潜力模型十分相近,但在应用上还不够广泛,且它只是一种数学抽象,在应用于真实种群分析时还存在着很多问题,个体基础模型基于对个体行为共性的抽象,是建立在有机个体心理、行为和其他性质基础上的种群动力学模型。

## 3. 生态系统水平风险评价

这一层次风险评价通过研究生态系统物质循环和能量流动来评价生态系统功能和结构的稳定性,在此基础上发展了一系列模型,包括能量流动模型、物质循环模型、自然主义模型和选择发展模型。



#### 4. 城镇化过程生态风险评价

城镇化过程生态风险评价, 包括人类密集活动对自然生态、环境变迁的影响评价, 以及变化的环境对人类生存和发展的反馈与制约作用评价, 本文以天津塘沽区和江苏张家港市两种不同城镇化发展过程为例, 从人类密集活动环境效应和典型生态过程环境效应两角度, 研究了我国东部沿海地区城镇化过程所产生的生态效应, 包括大气、水、土壤环境状况的变化, 生态系统类型、结构、功能的改变、生物多样性的减少, 区域景观结构的改变和功能的下降等, 以及这些变化反过来对人体健康、生活质量和城镇发展等的影响, 以此为基础, 分析城镇化过程可持续发展的机会和风险, 并探讨开拓机会、降低风险的生态对策。

## 珠海市平沙区以糖厂为中心的 生态工程设计方案

颜京松 张壬午<sup>(1)</sup> 刘明发<sup>(2)</sup>  
罗纪宁<sup>(2)</sup> 江 鹏<sup>(2)</sup> 许志远<sup>(2)</sup>  
林平凡<sup>(3)</sup> 廖宗文<sup>(4)</sup> 李 祥<sup>(5)</sup> 王丐凡<sup>(5)</sup>

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

持续发展现已受到各国政府的高度重视, 正从学术口号变为经济行动, 从政府行为走向企业行为, 从民众意识走向产业意识。持续发展要求在经济不断增长, 生活质量不断提高的同时, 资源的再生能力与生态功能的完整性得到保护、城乡环境质量逐渐得到改善, 寓充分发挥物质生产潜力与资源和环境保护于经济建设与社会发展。在决策进行持续发展前提下, 其关键是技术。为设计人类与自然双双受惠的可持续生态系统及复合生态系统的生态工程是维护持续发展的重要技术系统。生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理, 结构与功能协调原则, 结合系统工程的最优化方法, 设计的多层分级利用物质的生产工艺系统。它的主要方法是整体优化组合多种(包括物理的、化学的、生物的)组分、亚系统及技术, 其中某些组分和技术是当地原已有的或应用的, 另一些是从外地引进或改进的。孤立的个别组分或技术还不是生态工程, 而是将这些组分因地、因类制宜, 按照当地自然、经济(含市场)和社会条件, 整体优化组合成为一协调的新系统, 以充分发挥物质生产潜力, 包括将系统中各生产过程的废物转化为可利用的产品或商品, 促使高产、低耗、优质、高效的生产, 同时防治污染和环境与资源衰退, 保护生物多样性, 增强系统稳定性、调节与抵御外部自然环境及市场的冲击的能力, 同步协调发展经济、生态及社会效益, 这

(1) 农业部环境保护监测研究所; (2) 哈佛管理顾问公司生态工程研究所; (3) 广东省社会科学院决策研究所;  
(4) 华南农业大学科技处; (5) 珠海市平沙区人民政府

些正是生态工程不同于传统的工、农业技术和工程，单纯的自然保护、环境保护的技术与工程的所在。也是可作为维护持续发展的主要技术系统的原因。

珠海市平沙区人民政府与我们达成共识和合作意向，设想通过由点到面，点面结合，逐步实施与扩大生态工程，将该区建成一可持续发展区。目前先建立以该区支柱企业之一的平沙糖厂为中心的生态工程为起点，通过加环（生产环、增益环、减耗环、加工环、复合环）加强食物链网的联结。联结原本不相连系平行的生态系统形成互利共生网络，化废为利，增产节约，增加产品种类与产量，防治污染，改善环境。具体方案是：以当地生产的甘蔗为原料生产蔗糖，约占原料1/4的废弃物的蔗叶，由原先焚烧改作微生物培养基生产高蛋白饲料，增饲牛羊。制糖后的废渣制造纤维板；废液作为生产酒精、单细胞蛋白，酵母等原料，削减废液中有机质浓度，但这些生产后有机废水日逾万吨，且  $\text{COD}_{\text{cr}}$  高达28,000—92,000mg/l，仍是当地主要污染源之一。拟用物化法回收其中蛋白质、醣等有机质作为猪、禽、鱼全价配合饲料原料。回收蛋白后废水，再经光合细菌及种植水生植物净化。水培法生产蔬菜供应市场，青绿饲料饲养鸭与综合养鱼池中草食性及杂食性鱼，鸭粪经处理后直接用作罗非鱼及鲮鱼等部分饲料，这些鱼粪再转化为浮游生物作为鲢、鳙等饲料，养鱼后水再经水生生物净化后返回糖厂及畜牧场回用，节约淡水。大部分猪、牛、羊粪作为沼气原料，沼气经脱硫后供糖厂、猪场生产及生活的部分的能源，沼液除部分用以喂猪促进增重外，大部分用以制造作物有机络合营养液，作为当地生产蔬菜瓜果及大田作物等绿色食品的高效追肥外，还可作为商品有机肥出售。沼渣及部分猪牛粪作为蚯蚓培养基，活蚯蚓作为制取治心血管疾病特效新药—蚓激酶的原料出口日本或国内生产，蚓粪作为蔗田基肥并改良蔗田土壤、或经加工作为商品复合有机肥出售。通过上述步骤促进水、氮、磷、碳在此生态工程中的良性循环。

## 城市生态规划和管理信息系统建设的若干问题

陈光伟

（中国科学院自然资源综合考察委员会，北京 100101）

建立“城市生态规划和管理信息系统”，充分利用现代计算机技术，遥感技术以及近年迅速发展的 GIS 等软件是当前世界上信息系统应用的一个热门课题，我国有数百个不同类型的城市，随着经济和技术的发展，将有大量的农村剩余劳动力转入第二，第三产业，流向城市，中国将有一个城市化和城市发展和扩张过程，信息技术是战略技术，GIS 技术是信息系统技术开发应用的重要内容。它包括了以计算机为中心的硬件设备具有空间数据采集，输入，储存，分析，管理，显示，输出，传播，应用的强大软件，它实现了生物地学乃至社会经济要素的定性，定量，定位，定时的计算机化的分析研究，从过去的纸面上的图文并貌发展到今天的图形，文字，数据，声音，甚至静态和动态的影视相结合的生动表示形



式,并且正在形成迅速发展的产业。本文根据国内外GIS技术开发应用进展和作者经验,提出以应用GIS现代新技术为主,建设城市规划和管理信息系统,帮助解决城市规划和管理中遇到的一些问题,减少城市建设中造成的失误,提高城市综合管理的生态、经济和社会效益。它所具有的功能包括办公自动化,GIS支持下的城市发展规划,辅助决策系统、项目的实施管理和跟踪,资源、环境、经济、人口、社会的专项或综合研究,要素配置和预测;提供社会化的咨询服务。

现在国内已有不少类型不同级别的信息系统,城市规划信息系统的设计建设方兴未艾,有很多经验值得借鉴。首先系统的建立是为了运行,不运行就是最大的浪费,要考虑运行的条件和需要。其次,城市管理和规划信息系统既是技术系统,更是商业系统,其设计建设要重视经济效益,硬件和软件投入的经济技术性能比,多方案比较是必要的,以能完成日常的大量的工作为目标,不能一味追求高价的高性能但利用率却低的设备,在系统的建设中为用户着想是十分重要的,标准化是第二个重要问题,要考虑系统和上下两个方面的接口。在社会就业,工资收入,医疗服务,文化教育,投资分配的社会公平性分析中有了GIS支持就便于进行。城市作为区域的政治经济文化中心,是区域发展的生长点,GIS将为其发展决策提供强有力的技术支持。

## 常州市区气传致敏花粉全年多点调查研究

曹军峰 游一中

(常州市气管炎研究所,常州 213000)

自80年代中期以来,常州市的生态环境,城乡区域和经济结构发生了变化。为了解当前花粉分布规律,为花粉症的防治提供可靠依据,我们自1992年7月1日到1993年6月30日在常州东、南、西、北、中五个点进行逐日曝片调查,现将结果报告如下。

### 1. 材料与方法

调查方法:重量玻片法。涂有粘附剂的载玻片放在花粉取样器内,高悬空气中24小时后更换。取回样片加染色胶,微火熔化,盖 $22\times 22\text{mm}$ 玻片镜检。记录花粉孢子种属、数量及形态显微摄影。

### 2. 结果

实得标本片1815张,发现花粉孢子50605粒。鉴定50285粒,分46个科属,余320粒未鉴定。

常州五个点致敏花粉调查结果见表1。

表1 全年检出的主要致敏花粉情况 (粒)

	东	南	西	北	中	合计	%
法国梧桐	179	220	505	1525	7259	9728	19.34
松属	2365	844	519	1614	3878	8420	16.74
枫杨属	1288	571	725	1134	3402	7120	14.15
禾本科	901	1458	1529	1133	722	5743	11.42
大麻草	245	1727	945	1618	127	4662	9.27
柳属	230	236	993	910	219	2461	5.25
杨属	189	166	576	1206	144	2251	4.54
油菜	370	186	991	341	6	1899	3.78
藜科	403	125	150	197	149	1024	2.03
柏科	87	97	111	456	141	894	1.78
蒿属	162	192	150	197	107	808	6.61
榆属	62	160	91	275	75	663	1.32
蕨类	162	136	101	114	79	698	1.19
楝属	218	139	3	148	61	569	1.13
槭属	497		4		9	510	1.10
其它科属	714	670	545	932	490	3026	
未知科属	45	90	60	70	55	320	
种类合计	35	38	34	40	37		
孢子合计	7920	6701	7754	11850	16060	50285	

### 3. 讨论

调查结果表明, 检出孢子的种类的数量与样点周围植被状相关, 有明显区域性,

调查共检出46种花粉, 比我所1985年调查结果增加16种, 增加品种中未发现具强变应原性的品种。是由于这次调查在东、南、西、北、中五个点同时铺开, 比单调查一个点更能反应实际情况。

我所1985年调查中首次发现豚草花粉, 这次五个点都发现豚草花粉, 说明豚草侵入常州, 影响常州人民健康, 值得农业、园林科技人员与医务人员合作尽早铲除这危害性极大的植物。

## 珠海市城市环境生态建设

谭卫广

(珠海市环保监测站, 珠海 519000)

珠海市得天独厚的地理位置和自然环境, 使珠海城市拥有良好的环境质量。

自1980年建立珠海经济特区以来, 市政府对环境保护、城市规划和市政建设执行了一条鲜明的保护环境正确路线。城市规划依照珠海滨海丘陵的地形地貌特点, 将珠海城市分为



一主两翼、八个组团的镶嵌式城市结构。每一组团各具功能，组团之间有丘陵、田野、水体分隔，又有宽广的大道贯通。“七通一平”使整个城市的现代化水准达到了国内领先水平，十多年来，珠海经济增长40多倍而城市环境质量仍然保持良好状态。大气环境质量保持国家标准一级，地面水质量保持国家标准Ⅱ～Ⅲ级；近岸海域保持国家标准2类，环境噪声达标，1994年全市人均绿化面积20.9m<sup>2</sup>；绿化覆盖率31.9%，多年城市环境定量考核在广东省均名列第一。

在1988年广东省第二次环保先进交流暨表彰大会上，我市被评为全省唯一的环保先进城市。其后，陆续获得了全国绿化先进城市、全国卫生先进城市、全国40家旅游城市等称号。1991年国务院环委会来我市视察时认为，珠海市是经济与环保协调发展的城市。

## 城市垃圾资源措施浅析

巩玉华

(中国生态学会，北京 100080)

垃圾是人类生产生活过程中产生的废弃物和新陈代谢的排泄物，垃圾成灾已是世界各国面临的重大环境问题之一。随着全球自然资源不断开发利用的社会文明的发展城市人口的迅速增加，使得年产垃圾已超过100亿吨。垃圾的大量产出，不仅占用了大量的土地，而且影响着人们的身体健康，并存在着火灾隐患等诸多的问题。垃圾还给城市带来环境重大问题，不论是发达国家，还是发展中国家都不可避免地面临着自然资源垃圾化和垃圾成灾的严重威胁。因此，城市垃圾引起了世界各国的重视，而且，各地根据产出的垃圾的不同，采用不同的方法进行垃圾处理，使垃圾处理达到无害化、减量化、资源化，即变废为宝。

### 1. 填埋法处理垃圾

填埋法处理垃圾是一种古老的方法，由于投资小见效大，处理量大。因此在世界各国迄今被广泛使用。而且，已从无控制填埋发展到合理的卫生填埋，其中包括，滤沥循环填埋、压缩垃圾填埋、破碎垃圾填埋等。然而填埋法要占大量的土地。各国根据各自的地理地貌选择适合于自己的填埋方式，如可以选用坑沟、天然谷壑、废弃的水库、矿井等，在海滨可利用滩涂作为垃圾填埋场，在一些贫瘠的土地上填埋垃圾，在城市公园用垃圾堆山造景等，即不占用农田，又能恢复生态平衡改善粮田、发展绿地及公共用地，又达到了处理垃圾的目的。

### 2. 焚烧法处理垃圾

垃圾焚烧与其它处理方法相比，占地面积小，无害化，对环境基本上无二次污染，同时可利用产生的热发电，回收资源。由于发达国家产生的垃圾的热值是发展中国家的2~3倍，因此，大多数发展中国家都充分利用垃圾产生的高能燃烧，复合肥料，沼气和发电，据统计，法国垃圾发电装机容量已达970兆瓦，美国达1270兆瓦，日本用焚烧法已从1955年的14%提高到1985年的81%。德国在1985—1990年建立了10个利用垃圾产生的可燃气发电的

小型电站，年发电量达35000万千瓦/时。在我国的深圳利用焚烧垃圾，日处理垃圾300吨热能发电和生产蒸气已取得社会、经济、生态效益，但由于我国大部分地区的垃圾可燃性较低不宜焚烧。

### 3. 堆肥法处理垃圾

垃圾堆肥法是利用高温堆肥发酵，或垃圾与一定排水污泥配比进行堆肥发酵，用垃圾制造农用有机肥、沼气等，不仅处理了垃圾又支持了农业建设，提供了能源无疑在物质循环再生和能量多重利用等方面，均可收到很好的生态效益和经济、环境效益。由于堆肥法占地面积大，有机质转化周期长，工厂化生产困难。因此，实施困难大。

### 4. 生物法处理垃圾

用生活垃圾养殖蚯蚓，从而达到处理垃圾的目的，蚓粪可作有机肥料，蚯蚓可作鱼饵，同时可提取“复方抗病增剂”、“纤维蛋白酶原液活剂”，为人类健康做贡献，还可提取化妆品营养添加剂—DL 制剂，蚯蚓还可以喂禽畜，提高出栏率。此方法即消除了垃圾净化环境，使垃圾资源化、无害化，又可节约运费、降低投资。有很好的社会、经济、生态效益。此方法已引起了在垃圾处理先进的发达国家的重视。

填埋、焚烧堆肥处理垃圾，已在很多地区取得了显著成绩，尤其是在发达国家他们充分利用垃圾产生的能源，进行回收资源，据统计，1989年世界已开发和已在开发的垃圾填埋场480座，沼气开发量达51.52亿立方米，折合油当量240.10万吨，建成和正在运转的垃圾焚烧厂330座。垃圾资源组分的不同，使世界各国地区垃圾处理的方式和综合开发整治出现地域差异性。因此，必须因地制宜、因类开发综合治理。把更多的垃圾变为宝贵资源。由于我国的城市生活垃圾产出量大，可燃性较低，生物法处理垃圾将是一个发展方向。

## 十年绿化广东的策略与实践

林 若

(广东省人民代表大会，广州 510000)

### 1. 阐述林业与生态环境的关系及其在改善生态环境方面发挥的重要作用

森林是陆地生态系统的主体，具有“调节气候、涵养水源、保持水土、防风固沙、净化大气、美化环境”的作用，它在保障生态平衡方面起决定性作用。森林是“农业之母”，是人类赖以生存和发展的重要资源。从一定意义上说，没有森林，就没有整个自然界的生态平衡，人类便生存不下去，也发展不起来。

### 2. 广东造林绿化的实践与效果

2.1 改革开放前广东林业的状况。改革开放前，广东森林遭受很大的破坏，林业底子很薄，全省一亿五千万亩山地中，荒山占了五千多万亩，每年森林赤字达几百万立方米。生态失衡导致水土流失、河道淤塞、灾害频繁等严重后果。为改变这一状况，广东省委作出“十年绿化广东”的决策。





S0015471

2.2 广东省委为实现“十年绿化广东”采取的策略：领导办绿化点，通过典型引导推动群众性的造林绿化活动；发挥“黄牌效应”，层层建立造林绿化任期目标责任制；实行造、封、管、节四管齐下方针，确保造林绿化的效果；造林与种果相结合，一业为主，多种经营，提高林业效益，调动农民造林绿化积极性。

2.3 实践的效果：实现10年绿化广东宏愿。林业的发展大大改善了广东的生态环境。

### 3. 探讨两个问题

#### 3.1 造林绿化的方法问题

广东多年的实践证明，采用综合性的办法开展造林绿化是有效的、必要和可行的。

#### 3.2 体制问题

体制问题关系造林绿化的成败，要保持稳定性，不能经常变动。

收到日期	2002.5.28.
来源	赠
书价	40.00
备注	

27409

58.18

144

走向 21 世纪的中国生态学  
1995 年

借者单位	借者姓名	借出日期	还书日期
于明(8)	6.16/02		
2002年11月29日			

58.18  
144

27409



责任编辑：薛元立 巩玉华

封面设计：牛 汀

中国生态学会

Ecological

Society of China

定 价：40.00 元